

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE
DE MADAGASCAR

MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT

FO.FI.FA.

D.R.F.P.

n° 526.

RAPPORT ANNUEL 1983
de la
MISSION DU CENTRE TECHNIQUE
FORESTIER TROPICAL
A MADAGASCAR

D.LOUPPE
D.VERHAEGEN
M.LEFEVRE

MARS 1984

1 - PERSONNEL

11 - Chef de mission : Dominique LOUPPE - Chargé du Programme
Sylviculture et production : Opération
04.04. C.T.F.T. : Connaissance de la croissance des peuplements artificiels à Madagascar.

- absent de Madagascar du mercredi 4 mai au lundi 12 septembre inclus - Outre ses congés.

- a suivi le cours de vacances de statistique dispensé par Mr. DAGNELIE du mardi 16 août au vendredi 2 septembre.

- a passé deux semaines entières à Nogent notamment pour se familiariser avec l'ordinateur SIRIUS 1 et traiter nombre de données afin de mettre au point des tarifs de cubage selon diverses découpes pour le Pinus patula.

12 - Généticien : Daniel VERHAEGEN - Chargé de l'amélioration
génétique des Eucalyptus, assure également le suivi de quelques essais de sélection d'espèces et de provenances de Pins (Opération 04.13 C.T.F.T. : Amélioration des essences à croissance rapide à Madagascar).

- a pris ses congés du 22 juin au 22 août inclus dont 1 semaine environ de travail au siège du C.T.F.T.

13 - Technicien : Marcel LEFEVRE

Assiste le Chef de mission dans le cadre du Programme Sylviculture et Production.

Organise et supervise le programme de mensurations des essais dont nous assurons le suivi et contribue de façon très active au traitement des données.

Congés du 25 mai au 18 juillet inclus dont 2 jours à Nogent.

2 - MOYENS

Ceux-ci se limitent aux 3 véhicules fournis par le C.T.F.T. :

Nous avons reçu en mai un véhicule R4 fourgonnette sur financement exceptionnel du B.E.T.

En novembre, le véhicule R4, qui était dans le plus mauvais état, a été vendu.

Les deux véhicules restant : R12 et R4 ont, pour leur part, été immobilisés chacun pendant six mois minimum en raison de leur vétusté et des pénuries de pièces détachées existant dans le pays. Ces voitures, nécessaires au bon fonctionnement du service (la station la plus proche est à 147 Km de Tananarive) devraient être remplacées dans les plus brefs délais.

3 - BESOINS

Outre le remplacement des deux véhicules dont il a été question ci-dessus, le besoin le plus pressant est un micro-ordinateur : Cette année, fait exceptionnel, nous avons pu réaliser les mensurations de la majorité des essais encore suivis (soit plus de 40) tant à la Matsiatra qu'au Mangore.

Le dépouillement de cette masse de données, toute autre activité étant arrêtée (bibliographie, rédaction de publications, etc...) ne pourra être terminée (sur 2 TI 59 programmables appartenant en propre au personnel de la mission) au plus tôt⁹ en mai 1984. D'ici là nombre de données supplémentaires auront déjà été recueillies.

Comme on peut le constater, le traitement des données représente un des goulets d'étranglement de la recherche forestière malgache (et pas seulement de la mission C.T.F.T.) à un point tel que le retard accumulé dans la publication des résultats donne à penser aux financiers extérieurs (B.I.R.D. - F.A.O., etc...) que la recherche n'a abordé que quelques-uns des problèmes qui se posent à la FANALAMANGA, et lui en tiennent rigueur. Or, il n'en est rien. Actuellement, concernant la première génération plus d'une centaine d'essais ont été implantés. Ceux-ci couvrent tous les domaines (sommairement pour certains) de la sylviculture des Pins au Mangoro. Malheureusement, faute de pouvoir traiter rapidement les données, 50% seulement de ces essais ont fait l'objet de publications plus ou moins complètes.

Il serait donc urgent de traiter les données acquises afin de rédiger le rapport exhaustif dont ont besoin tant les sylviculteurs que les financiers.

4 - MISSIONS RECUES

Janvier : I.S.N.A.R. (Devred, Constant, ...) : Audit du FO.FI.FA. F.A.O. (WARING) Problèmes nutritionnels des Pins dans la FANALAMANGA.

Février : F.A.O. (AHDAB) et B.I.R.D. (GROT) : FANALAMANGA

Mars : F.A.O. (Mrs OXBY et BOERBOOM) Problème de restauration des Savoka.

Octobre : SANDWELL : FANALAMANGA

Novembre-Décembre :

F.A.O./B.I.R.D. (SCHIRLE - MULLER) Reboisement pour l'alimentation en bois de feu de Tananarive + FANALAMANGA

C.T.F.T. (BRUNCK) Problèmes phytosanitaires FANALAMANGA, MATSIATRA, Projet Anacarde, ...

C.F.I. (BARNES, GIBSON) Essais de provenances du Pinus kesiya.

C.T.F.T. (CAILLIEZ - PARANT) Assistance à la division
Technologie et Préservation du Bois.

F.A.O. (MATHIEUX) Problèmes de l'aménagement - vocation
des sols - des Savoka.

5 - CONTACTS

Eaux et Forêts - FANALAMANGA -

Mission Française de Coopération - C.C.C.E. -

F.A.O. - Ecole Nationale Supérieure Enseignement

Agronomique - Ecole polytechnique, etc...

V.

de la

MISSION C.T.F.T. A MADAGASCAR

S O M M A I R E

PREMIERE PARTIE : SYLVICULTURE (D.LOUPPE - M.LEFEVRE)

| | |
|--|----|
| I - <u>LES TARIFS DE CUBAGE</u> | 1 |
| 1. Construction des tarifs | 1 |
| 2. Périmètre du Haut-Mangoro | 2 |
| 21. <u>Pinus kesiya</u> | 2 |
| 22. <u>Pinus caribaea</u> | 5 |
| 23. <u>Pinus oocarpa</u> | 5 |
| 24. <u>Pinus elliottii</u> | 6 |
| 3. Périmètre de reboisement de la Haute-Matsiatra = <u>Pinus</u> <u>patula</u> .. | 6 |
| II - <u>LE DESSECHEMENT DE CIME DU PINUS KESIYA</u> | 8 |
| III - <u>LE TRAVAIL DU SOL ET LES ENTRETIENS</u> | 14 |
| 1. Travail du sol | 14 |
| 11. Essai Mangoro n° 2 | 14 |
| 12. Essai Besakay n° 1 | 16 |
| 2. Les entretiens | 17 |
| 3. Quelques remarques sur le travail du sol et les entretiens | 18 |
| IV - <u>LES ESSAIS DE DENSITE</u> | 21 |
| 1. <u>Pinus kesiya</u> | 21 |
| 11. Essai 3 | 21 |
| 12. Essais 43 et 46 | 25 |

| | |
|---|----|
| 2. Les autres espèces (<u>Pinus oocarpa</u> et <u>Pinus elliottii</u>)... | 31 |
| V - <u>C.C.T.-PLOTS - PINUS KESIYA</u> | 35 |
| 1. Caractéristiques des différentes éclaircies | 36 |
| 2. Les surfaces terrières | 37 |
| 3. Les volumes | 39 |
| VI - <u>LA FERTILISATION STARTER</u> | 44 |
| 1. <u>Pinus kesiya</u> | 44 |
| 11. Essai Mangoro n° 1 | 44 |
| 12. Essai Mandialaza n° 1 | 46 |
| 13. Essai Mangoro n° 26 | 48 |
| 14. Essai Mangoro n° 32 | 48 |
| 2. <u>Pinus elliottii</u> (Essai 26) | 50 |
| 3. <u>Pinus caribaea</u> (Essai 26) | 51 |
| 4. <u>Pinus oocarpa</u> (Essai 26) | 53 |
| 5. En guise de conclusion | 53 |
| VII - <u>LA FERTILISATION EN COURS DE REVOLUTION</u> | 55 |
| 1. Fertilisation dans le jeune âge | 55 |
| 11. La fertilisation de peuplements malvenants (Essais 35 et 36) | 55 |
| 12. La fertilisation de peuplements bienvenants (essais 37 et 38) | 58 |
| 13. Récapitulation | 61 |
| 2. Fertilisation tardive (Essais 49 et 50) | 63 |
| 3. Refertilisation en cours de révolution (Essai 42) | 65 |

| | |
|---|----|
| VIII - <u>PERIMETRE DE LA HAUTE-MATSIATRA</u> | 69 |
| 1. Essais de fertilisation en cours de révolution sur <u>Pinus patula</u> | 69 |
| 11. Essai 8 | 70 |
| 12. Essai 9 | 72 |
| 13. Synthèse | 74 |
| 2. Les essais d'éclaircie | 76 |
| 21. Eclaircies | 76 |
| 22. Analyses de cernes | 78 |

DEUXIEME PARTIE : AMELIORATION GENETIQUE DES PEUPLEMENTS FORESTIERS
(D. VERHAEGEN)

| | |
|--|----|
| 1. Etude des introductions d'espèces | 84 |
| 11. Les Eucalyptus | 84 |
| 12. Les Pins | 84 |
| 2. Etude des provenances | 89 |
| 21. Etude des provenances d'Eucalyptus | 89 |
| 211. <u>Eucalyptus grandis</u> | 89 |
| 212. <u>Eucalyptus urophylla</u> | 89 |
| 213. <u>Eucalyptus alba</u> | 92 |
| 22. Etude des provenances de pins | 92 |

| | |
|--|-----|
| 3. Etude de la reproduction végétative de l' <u>Eucalyptus grandis</u> | 92 |
| 31. Essai date optimum de bouturage | 92 |
| 32. Essai hormonal en poudre | 97 |
| 33. Essai hormonal liquide | 97 |
| 34. Mise en place d'un parc à bois | 97 |
| 35. Mensurations des parcs à bois 1 et 2 | 102 |
| 36. Préparation des semis de provenance d' <u>E. grandis</u> | 102 |

LES TARIFS DE CUBAGE

0. Toute activité et toute expérimentation forestière ont pour but l'obtention d'un volume de bois maximum de la qualité souhaitée.

L'aménagiste se voit donc obligé d'utiliser des tarifs de cubage pour estimer la production de sa forêt ainsi que les volumes qu'il peut en attendre tant en coupe intermédiaire (éclaircie) qu'en exploitation finale.

Il en va de même pour le chercheur car si les résultats de ses recherches ne sont pas concrétisés par quelque chose de palpable (le volume de bois en l'occurrence) on aura toujours l'impression que les travaux restent incomplets.

C'est pourquoi depuis la fin de 1981, nous nous sommes penchés de façon assez intense sur les problèmes d'estimation des volumes. Dans l'avenir, nous espérons prolonger cet effort par la proposition de premières ébauches de tables de production.

1. Construction des tarifs

Dans tous les cas, nous cubons les arbres à partir de 30cm car nous considérons que cette souche représente les pertes d'abattage.

Les tarifs ont tous été calculés par régression pondérée (pondération par D^2H ou par D^4H^2).

Les ajustements ont été réalisés selon les formules suivantes :

$$a) \quad V = a + b (D^2H)$$

$$b) \quad V = a + b \sqrt{D^2H} + c (D^2H)$$

Compte tenu du fait que la formule b) ne nous a jamais apporté d'augmentation sensible de précision, nous n'avons pas retenu les tarifs comprenant 3 coefficients.

Tous les tarifs présentés seront donc de la forme $V = a + b D^2H$.

Le volume d'une parcelle se calcule dès lors par la formule :

$$\text{Volume total } V = n \times a + b \times (\sum (D^2H))$$

où n = nombre d'arbres de la parcelle

et l'intervalle de confiance de l'estimation du volume total au niveau 0,95 par :

$$V_{\text{total}} \pm 2 \sqrt{\text{var}(V_{\text{total}})}$$

$$\begin{aligned} \text{avec var}(V_{\text{total}}) &= n^2 \text{ var } a + (\sum D^2H)^2 \text{ var } b \\ &+ 2n (\sum D^2H) \text{ cov}(a, b) \\ &+ (\sum D^2H) \text{ VR} \end{aligned}$$

2. Périmètre du Haut-Mangoro

21. Pinus kesiya

En 1981, nous avons calculé sur un échantillon de 1.797 arbres le tarif suivant :

$$V = 0,33377 (D^2H) + 0,0013$$

$$\begin{aligned} \text{avec Variance résiduelle (VR)} &= 0,0012783 \\ \text{Variance de } a \text{ (var } a) &= 0,000.000.043 \\ \text{Variance de } b \text{ (var } b) &= 0,000.001.369 \\ \text{Covariance de } a, b \text{ (cov}(a, b)) &= -0,000.000.172 \end{aligned}$$

En 1983, à la demande de la Société Fanalamanga, sur un échantillon de 572 arbres, nous avons (en collaboration avec H.RANDRIANJAFY) établi les tarifs suivants :

a- Volume total sur écorce

$$V = 0,3269 (D^2 H) + 0,0051$$

avec V = volume en m³

D = diamètre à 1,30m en m

H = hauteur totale en m

et VR (variance résiduelle) = 0,0002345

Var a (variance de a) = 0,000.0001

Var b (variance de b) = 0,000.0034

Cov(a,b) (covariance de a et b) = 0,000.00045

Ce tarif (dans ses limites d'utilisation) diffère très peu du précédent.

b- Volume bois-fort sur écorce

$$V_{\text{bois-fort}} = -0,0002 + 0,3281 (D^2 H)$$

avec VR = 0,000.2814

Var a = 0,000.00014

Var b = 0,000.004.06

Cov(a,b) = 0,000.000.53

c- Volume bois-fort sous écorce :

$$V_{\text{sous écorce}} = -0,0031 + 0,2445 (D^2 H)$$

avec VR = 0,000.280.60

Var a = 0,000.000.14

Var b = 0,000.004.05

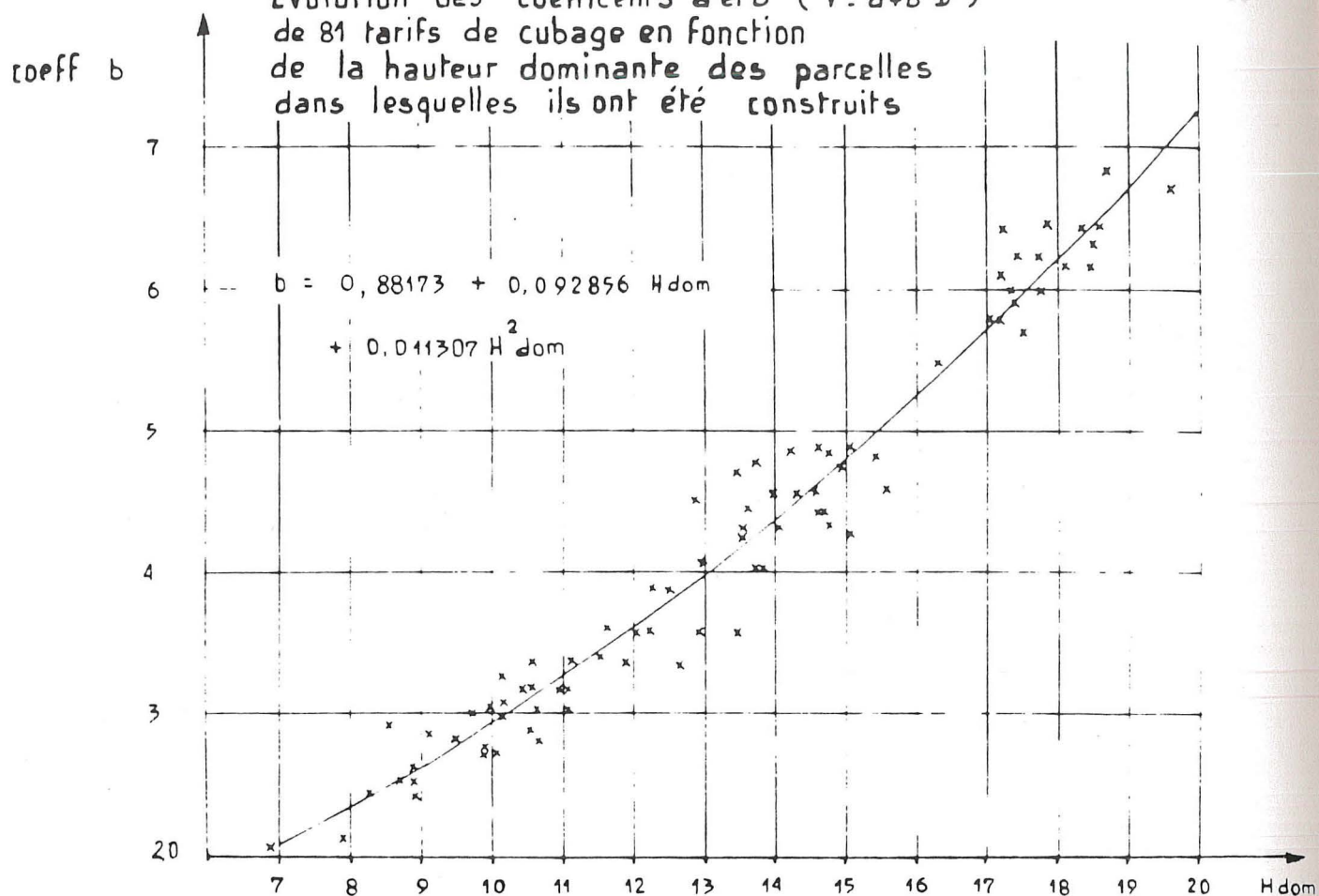
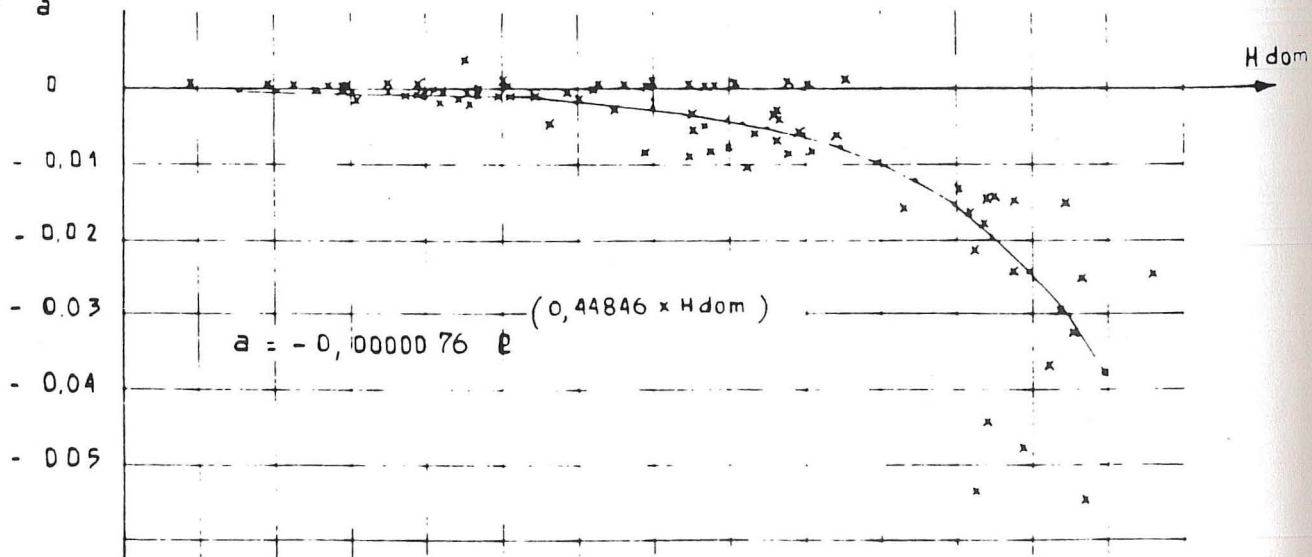
Cov(a,b) = -0,000.000.53

La mesure en hauteur de tous les arbres d'une parcelle pose un sérieux problème, aussi avons-nous essayé de mettre au point un tarif de cubage de la forme $V = a + b D^2$ en fonction de la hauteur dominante de la parcelle. A partir de 81 parcelles échantillons nous avons établi le tarif suivant :

$$V = -0,000.007.6 + (0,44846 \times H \text{ dom}) + (0,88173 + 0,092856 \times H \text{ dom} + 0,011307 \times (H \text{ dom})^2) \times D^2$$

Fig. 1

Evolution des coefficients a et b ($V = a + b D^2$)
de 81 tarifs de cubage en fonction
de la hauteur dominante des parcelles
dans lesquelles ils ont été construits

coeff a 

L'application de ce tarif à quelques parcelles nous montre une certaine tendance à la sous estimation des volumes :

| Parcelle | $V = a + b(D^2H)$ | $V = f((H_{dom})D^2)$ | $\Delta \%$ |
|----------|--------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 173 m ³ | 164 m ³ | - 5 |
| 2 | 179 m ³ | 173 m ³ | - 3 |
| 3 | 211 | 206 | - 2 |
| 4 | 198 | 203 | + 3 |
| 5 | 198 | 192 | - 3 |
| 6 | 154 | 149 | - 3 |
| 7 | 197 | 193 | - 2 |
| 8 | 202 | 201 | - |
| 9 | 194 | 187 | - 4 |
| 10 | 204 | 192 | - 6 |

Ce tarif est donc à utiliser prudemment.

Nous pensons pouvoir améliorer sa précision dans un proche avenir.

22. Pinus caribaea

$$V_{\text{total}} = -0,00037 + 0,3143 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,00122746$$

$$\text{Var } a = 0,000.000.07$$

$$\text{Var } b = 0,000.009.19$$

$$\text{Cov}(a,b) = -0,000.002.415$$

23. Pinus oocarpa

$$V_{\text{total}} = -0,0053 + 0,33117 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,001.030.7$$

$$\text{Var } a = 0,000.000.65$$

$$\text{Var } b = 0,000.030.46$$

$$\text{Cov}(a,b) = -0,000.0003.38$$

24. Pinus elliottii

$$V_{\text{total}} = -0,001 + 0,3807 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,000.960.86$$

$$\text{Var a} = 0,000.000.32$$

$$\text{Var b} = 0,000.032.67$$

$$\text{Cov(a,b)} = -0,000.002.57$$

3. Périmètre de reboisement de la Haute-MatsiatraPinus patula

a- Volume bois-fort

$$V_{\text{bois-fort}} = -0,0052 + 0,3429 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,001.192.84$$

$$\text{Var a} = 0,000.002.55$$

$$\text{Var b} = 0,000.004.01$$

$$\text{Cov(a,b)} = -0,000.002.73$$

b- Volume sous fourche

Remarque : le *Pinus patula* étant fréquemment fourchu, il a paru intéressant de pouvoir estimer le volume utilisable de l'arbre qui est la partie située sous la fourche. Cette formule ne peut être utilisée que pour le cubage de l'ensemble d'une parcelle et non d'arbres individuels.

$$V_{\text{sous-fourche}} = -0,007 + 0,30485 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,002.045.5$$

$$\text{Var a} = 0,000.004.38$$

$$\text{Var b} = 0,000.006.88$$

$$\text{Cov(a,b)} = -0,000.004.69$$

c- Volume avec découpe au fin-bout égale à 30cm de circonférence (sur écorce).

$$V_{\text{fin-bout}} : 30\text{cm} = 0,0059 + 0,30976 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,001874.45$$

$$\text{Var a} = 0,000.004.01$$

$$\text{Var b} = 0,000.006.3$$

$$\text{Cov(a,b)} = -0,000.004.3$$

d- Volume sur écorce sciable (circonférence au fin bout = 50cm, ne concerne que les arbres dont la circonférence à 1,30m est supérieure à 60cm).

$$V_{\text{sciable}} = -0,096 + 0,3333 (D^2H)$$

$$\text{avec VR} = 0,002.074.5$$

$$\text{Var a} = 0,000.004.44$$

$$\text{Var b} = 0,000.006.97$$

$$\text{Cov(a,b)} = -0,000.004.76$$

LE DESSECHEMENT DE CIME DU PINUS KESIYA

Les sols ferrallitiques, fortement désaturés, typiques, remaniés, jaunes, formés sur migmatites que l'on trouve fréquemment sur les pentes sont défavorables au *Pinus kesiya*.

Cette espèce y montre un dessèchement de cime qui apparaît dès la 3^e ou 4^{ème} année suivant la plantation.

Les symptômes sont un jaunissement brutal des aiguilles de la dernière pousse. Ensuite, celle-ci brunit et meurt après exudation plus ou moins abondante de résine. Dans les cas graves, la maladie peut entraîner la mort de l'arbre.

Le phénomène est nettement visible (plus marqué) à la fin de l'élongation qui précède directement la saison des pluies.

Les essais 32 et 33 ont permis de montrer qu'un complexe d'oligo-éléments (la nutramine) permettait d'éviter la maladie et que parmi ceux-ci le seul élément actif était le zinc.

Ces essais et d'autres (fertilisation en cours de révolution notamment) ont également permis de montrer que la fertilisation potassique prédisposait à la maladie tandis que l'apport de phosphate diminue légèrement le pourcentage de plants atteints.

L'expérimentation a montré que la fertilisation complète NPK, Zn ou NPK oligo-éléments permettait de multiplier, à 7 ans et demi, la production totale par 8 : 10 m³/ha pour le témoin absolu et 78 à 82 m³/ha pour les parcelles fumées. (Entre 16 et 30 m³ pour la fertilisation PK et NPK sans Zn.)

Cependant, cette estimation est erronée. En effet, les dessèchements de cimes ont un effet désastreux sur la forme des arbres. Des pins ayant subi plusieurs attaques consécutives sont complètement exclus de toute utilisation industrielle (y compris la trituration) même si par la suite, ils ne sont plus sujets à la maladie et reprennent un aspect sain du feuillage et une croissance en hauteur apparemment satisfaisante.

Des observations détaillées ont été effectuées dans les parcelles ce qui nous a permis de mieux estimer les volumes utiles sur écorce (à 7,5 ans).

| Traitements | O | PK | PKOE | NPKOE | PK Zn |
|--|-----|-----|------|-------|-------|
| Volumes totaux (0,1 m ³ /ha) | 101 | 182 | 698 | 780 | 818 |
| Volumes utiles (0,1 m ³ /ha) | 55 | 103 | 682 | 749 | 785 |
| A.A.M. (0,1 m ³ /ha-an) | 7 | 14 | 91 | 100 | 105 |

On constate donc que si une fumure complète multiplie le rendement global par 8 à l'âge de 7 ans et demi, elle augmente le rendement utile de 1.290 % par rapport au témoin et de 640% par rapport à la fertilisation PK. Cette différence s'accroîtra certainement dans l'avenir.

Pour mieux illustrer le problème, nous avons effectué, sur 4 parcelles, une étude plus fine de la forme des arbres et estimé ainsi leur avenir industriel.

Nous avons choisi chaque fois deux parcelles contiguës, l'une ayant reçu seulement la fertilisation starter PK et l'autre un apport supplémentaire de zinc.

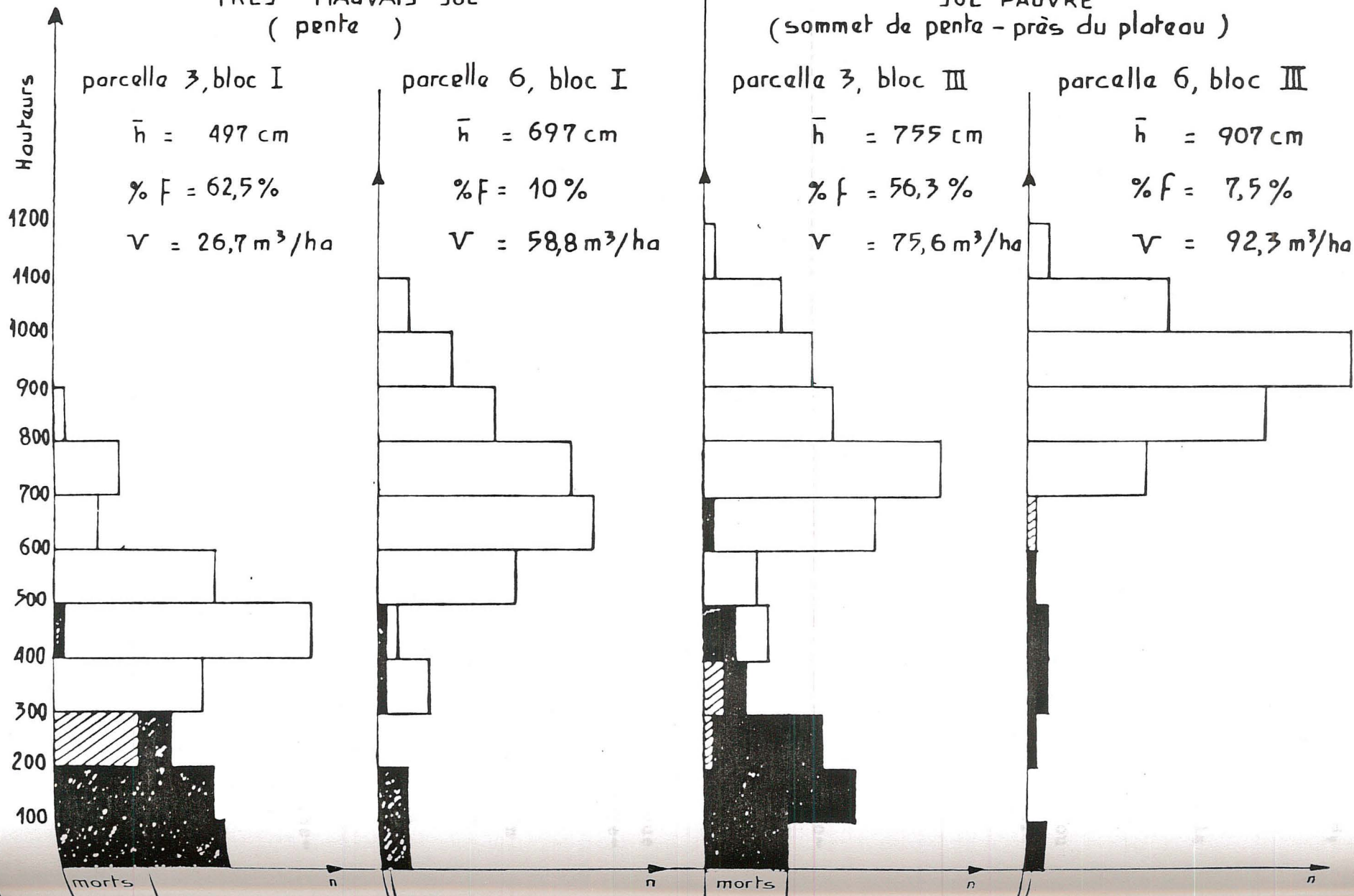
Les deux premières parcelles (3 et 6, bloc I) sont situées en pleine pente sur de très mauvais sols, là où la mortalité de la première plantation avait été quasi totale.

Les deux autres parcelles (3 et 6, bloc III) sont proches du sommet de la pente sur un sol que l'on peut sans risque qualifier de meilleur à un point tel que la parcelle 3 a été éliminée des analyses statistiques. La parcelle 6, située un peu plus bas sur la pente, présente déjà des conditions pédologiques moins favorables.

REPARTITION, PAR CLASSES DE HAUTEURS, DU NIVEAU DE LA PREMIERE FOURCHE ET DE LA HAUTEUR TOTALE SELON DIVERSES FERTILISATIONS (AGE = 7 ANS)

TRES MAUVAIS SOL
(pente)

SOL PAUVRE
(sommet de pente - près du plateau)



Le graphique montre la répartition des hauteurs et du niveau de la première fourche dans ces 4 parcelles.

La première constatation importante est le pourcentage élevé d'arbres fourchus (+ de 55%) rencontrés dans les traitements sans zinc, même dans la parcelle montrant une croissance satisfaisante en hauteur et en surface terrière.

La seconde concerne les volumes exploitables:

| ! | ! Localisation ! | ! sans zinc ! | ! avec zinc ! | ! | ! |
|---------------|------------------|---------------|---------------|---|---------|
| ! | ! | ! | ! | ! | ! |
| !Volume total | !Sol sur pente | ! 26,7 | ! 58,8 | ! | ! + 120 |
| !estimé | !bord de plateau | ! 75,6 | ! 92,3 | ! | ! + 22 |
| !(m3/ha) | ! | ! | ! | ! | ! |
| ! | ! | ! | ! | ! | ! |
| !Volume | !sur pente | ! 14,6 | ! 58,2 | ! | ! + 299 |
| !exploitable | !bord de plateau | ! 54,6 | ! 91,6 | ! | ! + 68 |
| !(m3/ha) | ! | ! | ! | ! | ! |

Ceux-ci sont sensiblement réduits sans apport de zinc. Cette diminution de volume utile n'est pas proportionnelle au nombre de fourches. En effet, les arbres fortement atteints par la maladie restent chétifs et ne représentent qu'un volume négligeable. En réalité, les arbres occasionnant la plus grande "perte" de bois sont ceux qui montrent une croissance satisfaisante et n'ont subi qu'un ou deux faibles dessèchements, mais qu'ils leur ont causé des déformations les dépréciant définitivement. Ces arbres représentent environ 28% du volume estimé de la parcelle 3 du bloc III qui est cependant considérée, dans les conditions du reboisement industriel comme une parcelle d'avenir : hauteur en mètres égale ou supérieure à l'âge en années.

Il apparaît donc que l'apport de zinc n'est pas seulement nécessaire sur les fortes pentes mais qu'il est souhaitable d'en apporter pour tous les reboisements en Pinus kesiya réalisés dans la région du Mangoro.

D'autres constatations ont pu être faites :

Dans les parcelles ayant reçu du zinc, on peut observer d'autres phénomènes qui méritent toute notre attention et qui risquent dans un proche avenir d'augmenter encore l'écart entre les plantations saines et celles souffrant de carence en zinc.

Le couvert, avec apport de Zn et de fertilisants PK ou NPK, est entièrement fermé et la végétation adventice est soit déjà entièrement éliminée, soit en voie de disparition. Celle-ci est encore abondante et très concurrentielle dans les autres parcelles.

Cette concurrence me paraît cependant peu importante par rapport aux avantages que procurent la création d'une litière.

Si la parcelle 3 - bloc I de l'essai 33 (PK), ne présente au milieu de l'interligne et dans la partie montrant la meilleure croissance qu'une litière relativement fine et dont les éléments de la couche inférieure commencent à peine leur cycle de décomposition et sont très peu colonisés par les racines, dans la parcelle 6 - bloc I, (PK Zn) voisine, nous observons une litière de 12 à 15 cm d'épaisseur présentant quatre couches assez bien différenciées :

- la couche supérieure assez lâche et constituée d'un lit d'aiguilles fraîchement tombées;
- dans la seconde couche les aiguilles forment un "horizon" plus compact et commencent à se désagréger;
- dans la troisième couche les aiguilles ne sont plus présentes que par fractions de 1 cm environ. Cet horizon est envahi par un chevelu radiculaire assez dense;
- dans la dernière couche, il ne reste plus des aiguilles que de fines particules et la colonisation radiculaire est extrêmement dense formant un tapis, ne pouvant s'arracher que par plaques de 2 à 2,5 cm d'épaisseur.

Sous cet horizon holorganique, nous retrouvons le sol minéral dont la couleur d'un gris plus sombre que celui des profils témoins montre l'augmentation de la teneur en matière organique.

La litière telle que décrite ci-dessus représente une véritable éponge pouvant absorber une grande partie des précipitations. L'excédent peut pénétrer dans le sol puisque le micro-horizon feuilleté de surface s'est désagrégé et n'a pu se réformer grâce à la protection de la couche d'aiguilles.

Le ruissellement est ainsi pratiquement annulé et le sol est bien approvisionné en eau.

Ce sol, bien humecté, peut être mieux exploré par les racines de pins qui bénéficient ainsi, grâce à l'exploitation d'un plus grand volume de sol, d'une meilleure alimentation minérale. Celle-ci est encore améliorée suite au cycle des éléments qui commence à s'installer à travers la litière.

Tous ces facteurs permettant de mieux tirer profit de la fertilité naturelle du site devraient nous permettre de constater dans les prochaines années un accroissement substantiel de la production. Ce qui ne veut cependant pas dire que l'optimum sera atteint. La richesse chimique du sol est tellement faible que même les meilleures parcelles n'ont pratiquement jamais cessé de présenter des signes visibles de carence en potasse et des indices d'insuffisance en azote. Une fertilisation complémentaire en éléments majeurs apparaît donc nécessaire afin d'obtenir une production élevée. Cette fumure devait également permettre d'augmenter de façon durable la fertilité de la station grâce au cycle des éléments à travers la litière.

LE TRAVAIL DU SOL ET LES ENTRETIENS

1 - TRAVAIL DU SOL

Les essais concernent uniquement le *Pinus kesiya*.

Pédologie : sol ferrallitique fortement désaturé, typique, induré, formé sur alluvions anciennes fluvio-lacustres.

Cinq types de travail du sol ont été étudiés :

- la trouaison simple (40x40x40cm);
- le sous-solage le long de la ligne de plantation.
(Un sarclage autour du plant a été réalisé au moment de la plantation dans ces deux traitements : rayon 50cm).
- le billonnage sur la ligne de plantation;
- le sous-solage-billonnage;
- le labour en bandes (largeur \pm 1,2 m) sur la ligne de plantation.

Deux localisations :

11. Essai Mangoro n° 2, près d'Analabe.

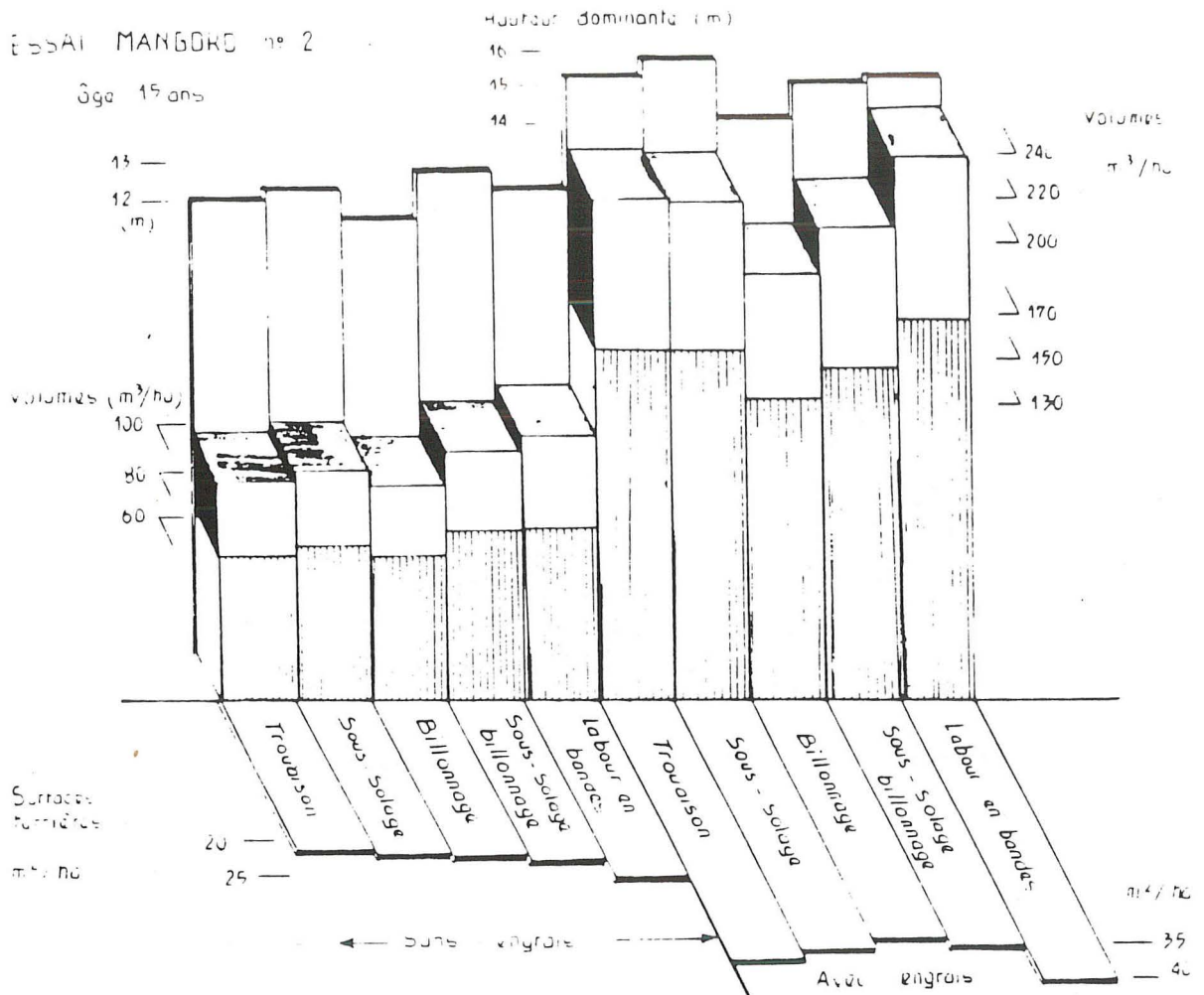
Outre le travail du sol a été étudié l'effet d'une fertilisation de départ. La formule utilisée correspond à 76 Kg P_2O_5 + 48 Kg K_2O + 154 Kg CaO + 44 Kg MgO par hectare. La densité de plantation est de 2.000 /ha.

Les résultats synthétiques à l'âge de 15 ans sont présentés au graphique 3.

L'analyse statistique nous montre des différences très hautement significatives entre les parcelles "témoins" et les parcelles fertilisées :

ESSAI MANGOKO n° 2

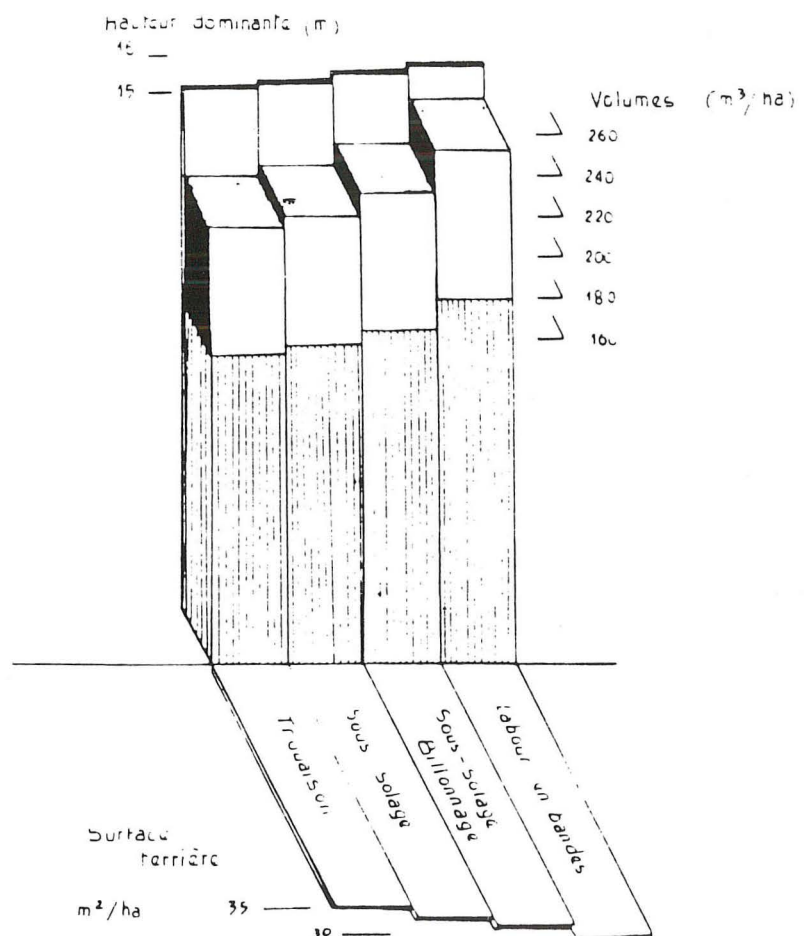
3ga 15 ans



ESSAI BESAKAY n° 1

hauteur dominantes
surfaces terrières
volumes totaux surcorce
et bois fort sous écorce
à l'âge de 12 ans 9 mois

Essai trava du sol
avec fertilisation de départ



| | Sans engrais | Avec fertilisa- | % |
|---|--------------|-----------------|--------|
| | | tion. | |
| Surface terrière (m ² /ha) | 22,8 | 36,6 | + 61 % |
| Volume total sur écorce (m ³ /ha) | 104 | 215 | +107 % |
| Volume sous-écorce (m ³ /ha) | 70 | 155 | +121 % |

Pour le travail du sol, les seuls traitements qui diffèrent significativement l'un de l'autre sont le billonnage (qui est le moins bon) et le labour en bandes qui s'avère être le meilleur.

Ce dernier traitement paraît être le plus efficace tant avec engrais que sans.

12. Essai Besakay n° 1

Situé beaucoup plus au Nord dans le périmètre.

La densité de plantation a été ramenée à 1.350 pins par hectare.

Le billonnage n'a pas été testé.

La fertilisation de départ correspond à 71,5 Kg P₂O₅ + 32,4 Kg K₂O + 97,3 Kg CaO/ha.

L'état moyen du peuplement à près de 13 ans est décrit au graphique 4.

Les différences très importantes entre blocs masquent l'effet du travail du sol. Cependant, ici aussi, on remarque que le labour en bandes donne les meilleurs résultats bien que cette supériorité ne soit pas significative.

13. Il est troublant de constater que dans tous les cas (trois), avec ou sans fertilisation, le labour en bandes donne les meilleurs résultats.

De plus, il faut se rappeler que plus le travail du sol est intense, meilleure est la reprise à la plantation. Ainsi, dans l'essai Mangoro n° 2, la trouaison et le sous-solage ont montré 30% de mortalité à la plantation contre seulement 14% pour le billonnage et le labour en bandes.

2 - LES ENTRETIENS

Les essais traitant des entretiens ont été peu nombreux mais ont tous donné des résultats probants :

Ainsi, dans l'essai 4 installé sur un sol ferrallitique fortement désaturé, typique, induré, formé sur alluvions anciennes fluvio-lacustres on a observé que :

des entretiens, limités à un seul sarclage mécanique total effectué très tardivement (alors que la saison sèche était bien installée) mais pendant 3 années consécutives ont amélioré, à 9 ans, la production de 25%. Ces entretiens ont donc, dès ce jeune âge, apporté une augmentation d'accroissement annuel moyen de 2,5 m³/ha-an.

Il faut rappeler ici que bien que l'essai ait été fertilisé au départ : 42,2 Kg P₂O₅ + 26,7 Kg K₂O + 84,4 Kg CaO + 24,4 Kg Mgo par hectare (densité 1.111 pieds/ha) il a été installé dans d'assez mauvaises conditions.

En effet, les modes de travail du sol utilisés : trouaison et sous-solage ont laissé une végétation adventice très concurrentielle et, avant la plantation, le terrain a été nettoyé par girobroyage ^{à la} suite de quoi on a assisté à une repousse spectaculaire des fougères et de l'Imperata cylindrica. Il est donc certain qu'un seul passage de pulvérisateur à disque par an n'a pu éliminer entièrement la concurrence!

Malgré cela, le résultat est convaincant.

L'essai 3, dont il sera question plus loin, avec seulement 2 entretiens (1ère et 2ème année) nous montre également une augmentation de production bien qu'ici les différences ne sont pas significatives.

3 - QUELQUES REMARQUES SUR LE TRAVAIL DU SOL ET LES ENTRETIENS.

Suite aux essais présentés ci-dessus, il apparaît presque certain qu'un labour en bande et/ou des entretiens augmentent de façon sensible la production.

On peut se demander quel serait l'effet d'un labour en plein (ou d'un pseudo-labour) au défonceur lourd?

L'expérience acquise par ailleurs me permet d'avancer, sans grand risque, que nous obtiendrions les résultats suivants :

1°- Le sol étant ameubli dans tout l'horizon superficiel (sur 30 à 40cm de profondeur) l'installation des pins sera plus aisée et l'enracinement de ceux-ci se développera de façon idéale dans toutes les directions. Les arbres pourront ainsi profiter rapidement et au mieux de la richesse chimique du sol.

2°- Le labour laissant un terrain propre, les arbres n'auront pas à souffrir de la concurrence au moment de leur installation (Ces deux points sont d'ailleurs confirmés par la faible mortalité observée sur labour en bande et le billonnage - Essai 2).

3°- Le travail du pulvériseur à disques, lors des entretiens, sera facilité. En effet, le sol ayant déjà été ameubli préalablement les disques pénétreront un peu plus profondément et arracheront mieux les adventices.

Il est à noter que le passage du pulvériseur coupera des racines de pins. Mais, si les entretiens sont réalisés très tôt dans le jeune âge et avant l'installation définitive de la saison sèche, ce traumatisme sera plutôt favorable aux arbres : il agit tel un cernage et favorise

la multiplication des radicelles et renforce ainsi l'enracinement.

Mais attention : ce qui précède concerne les plateaux, les terrasses ainsi que les faibles pentes.

Nous avons pu constater que les sols en pentes moyennes à fortes ont une teneur assez élevée en argiles. On observe ainsi sur certains sols un glacis superficiel très résistant à l'érosion : en effet, 13 ans après le travail du sol, bien que la raie de sous-solage soit partiellement comblée, il est encore possible de distinguer parfaitement les traces de chenilles des tracteurs. Ce micro-horizon de surface semble être également un obstacle à l'infiltration de l'eau (1).

Sur ces sols, il est certain qu'un labour en plein, mais sans destruction des mottes formées, est réalisable. La limite est la pente.

Le fait de garder les mottes intactes est impératif. Si celles-ci sont pulvérisées par le passage d'un engin, il se formera à nouveau un glacis superficiel qui réduira fortement l'infiltration. Sinon le glacis ne se formera qu'à la surface des mottes et l'eau pourra s'infiltrer entre celles-ci, le sol sous-jacent, protégé de l'effet "splatch", restant meuble.

Pour éviter de briser la "macro-structure" créée par le labour ou le pseudo-labour, il ne faut absolument pas utiliser de techniques mécaniques d'entretien. Le sol ayant été ameubli, l'entretien peut assez facilement être réalisé manuellement avec une houe.

De plus une fertilisation starter importante (au minimum 80 Kg P_2O_5 et 60 Kg $K_2O + Zn$ par hectare) devrait permettre de fermer assez rapidement le couvert même avec une densité de 1.600 plants/hectare.

(1) C'est pourquoi, en 1983, nous avons mis en place (en collaboration avec le laboratoire des Radio-isotopes une étude de l'infiltration de l'eau sur de tels sols de pente.

Comme semblent le montrer les essais 32 et 33 (oligoéléments) le problème des pentes - et même celui des plateaux de faible fertilité - sera partiellement résolu dès qu'une litière suffisamment épaisse se sera déposée sur le sol. En effet, la litière joue deux rôles :

- Elle protège le sol de l'effet mécanique des gouttes de pluie et en agissant comme une éponge améliore l'infiltration de l'eau;

- Elle est un lieu de recyclage des éléments nutritifs et lorsque le cycle des éléments est bien établi à travers la litière, ce qui peut demander 8-10 ans depuis la plantation, elle assure le maintien d'une certaine fertilité au site et une production soutenue.

De plus, il apparaît que sous la litière, suite au jeu des racines qui croissent et meurent ainsi qu'à l'action de la pédo-faune et flore, les qualités physiques du sol s'améliorent. On observe notamment la disparition du micro-horizon feuilleté de surface.

1 - PINUS KESIYA

11 - Sur sol ferrallitique fortement désaturé typique induré.

Essai 3

Dispositif : split-plot comparant 4 densités (2.000, 1.600, 1.333 et 1.140 plants par hectare) 2 modes de travail du sol (sous-solage, billonnage et trouaison) avec ou sans désherbage (sarclage en août-septembre l'année de plantation et mars-mai l'année suivante).

Fertilisation starter par plant : 38g P_2O_5 , 24g K_2O et 100g de Dolomie au trou de plantation. La fertilisation, rapportée à l'hectare, varie donc d'un traitement à l'autre ce qui entraîne un biais favorisant les fortes densités.

Résultats

Dès le début, on observe un net avantage du sous-solage billonnage sur la trouaison et de l'entretien sur l'absence de sarclage. Ces résultats se maintiennent dans le temps et sont toujours perceptibles, bien que non significativement différents, à l'âge de 13 ans 10 mois. Les résultats synthétiques à cet âge sont présentés au graphique 5.

En ce qui concerne les hauteurs dominantes (les hauteurs moyennes variaient de la même façon à 12 ans), les surfaces terrières, les volumes totaux sur écorce et bois fort sous écorce on observe une décroissance systématique de la plus forte densité vers la plus faible.

Quelle est la part de la différence d'engrais par hectare dans ce phénomène? On pourrait penser que les variations de la hauteur dominante en sont le reflet! Cependant, la pondération des surfaces terrières et des volumes par cette hauteur dominante ne modifie guère les résultats tout au moins dans les parcelles sans entretien.

Essai 3 Etat du peuplement à 13 ans 10 mois

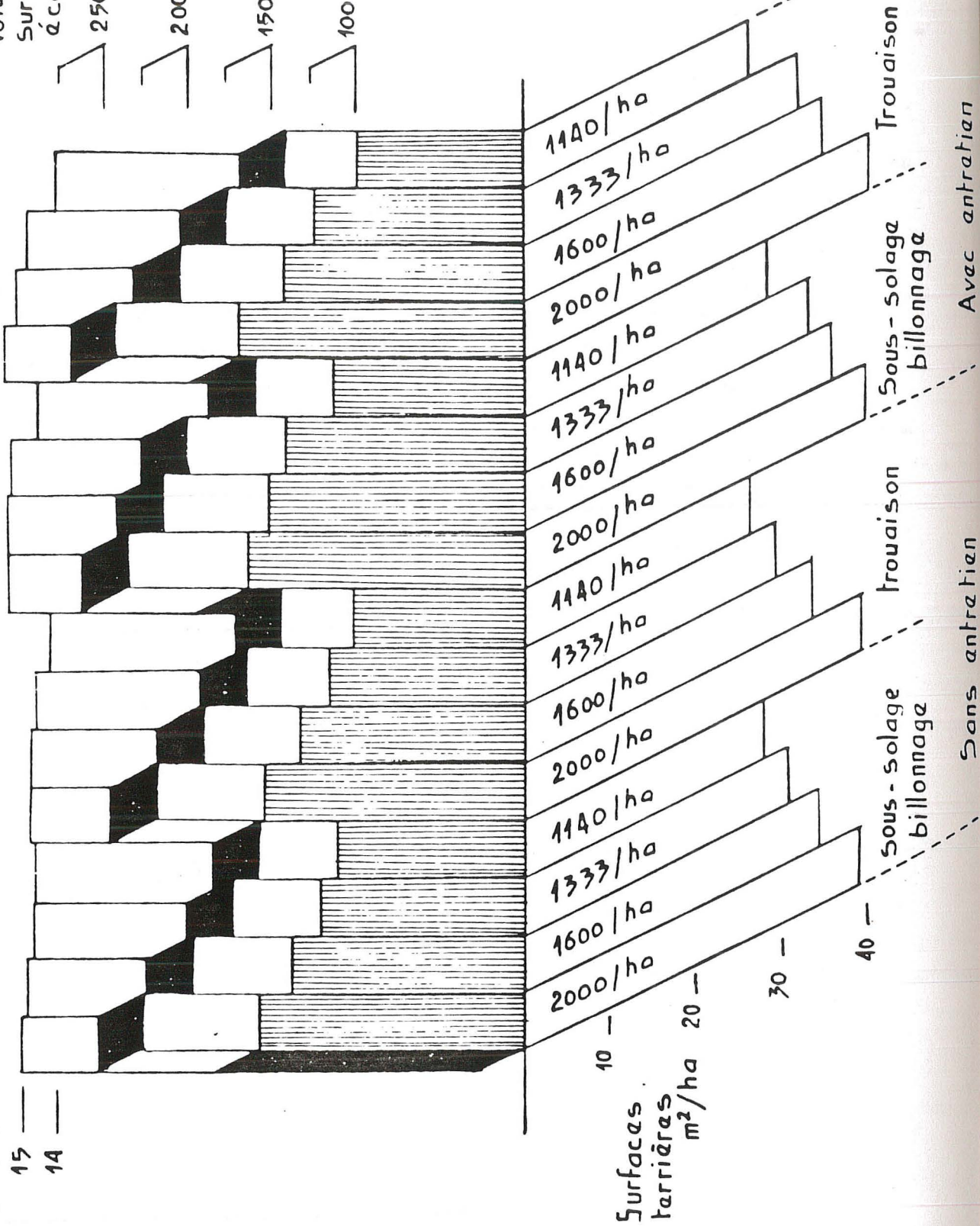
Fig. 5

hauteur dominante

15 —
14 —

Volume
Sur et sous
à corce
 m^3/ha

250
200
150
100



Dans l'évolution des hauteurs (moyennes ou dominantes) n'intervient pas seulement l'engrais mais la concurrence des adventices. On peut raisonnablement estimer que les arbres de la densité 2.000/ha ont éliminé cette concurrence plus d'un an avant les parcelles plantées à 1.140/ha (On peut toujours observer de la bruyère (dépérissante!) dans certaines parcelles).

De plus, on constate que la différence entre les densités 1.333 et 1.140/ha est plus importantes dans les parcelles avec entretien que dans celles sans entretien. Ceci peut s'expliquer aussi par le fait qu'à grand écartement, le recru de la végétation parasite a été plus abondant donc plus concurrentiel et plus difficile à surmonter. Pour ces parcelles d'ailleurs, on ne constate, contrairement aux autres densités, aucun effet perceptible de l'entretien. Celui-ci a donc été trop timide et relativement peu efficace pour l'élimination du tapis graminéen et arbus-tif.

Néanmoins, on peut se demander ce qu'il serait advenu d'un tel essai si la même dose d'engrais à l'hectare avait été apportée pour chaque densité; en effet :

- il est certain que des plants mieux nourris à la densité 1.100/ha auraient pu fermer le couvert dès l'âge de 3 ans (L'essai 39, sur ter-rasse, le montre; à la densité 1.100/ha, selon la fertilisation de dé-part, l'accroissement annuel moyen sur écorce est compris entre 10 et 14 m³/ha-an à l'âge de 6 ans).
- nous avons constaté en outre que, pour un sol de même fertilité, la densité n'avait aucun effet sur l'accroissement en surface terrière du moment que celle-ci dépasse 18 m²/ha environ (essai 7 - CCT-plots).

Or, nous observons l'évolution suivante :

Surfaces terrières en dm²/ha

| Age | Densité | | | |
|-----------------|---------|-------|-------|-------|
| | 2.000 | 1.600 | 1.300 | 1.100 |
| 7 ans | 2.474 | 2.109 | 1.871 | 1.626 |
| 9 ans | 2.940 | 2.548 | 2.271 | 1.946 |
| 12 ans | 3.578 | 3.112 | 2.797 | 2.432 |
| 14 ans | 3.925 | 3.434 | 3.084 | 2.721 |
| Accroissements! | | | | |
| 7-14 ans | 1.451 | 1.325 | 1.213 | 1.095 |

Cette différence d'accroissement entre 7 et 14 ans nous démontre, s'il en était encore besoin, l'importance que revêt la quantité d'engrais apportée sur ces types de sol extrêmement pauvres (vieilles surfaces d'altération).

Nous pouvons aussi remarquer que, à l'âge de 7 ans, donc à la moitié de sa vie actuelle, le peuplement avait déjà, en surface terrière, plus de 60% de sa production présente. La quantité d'engrais apportée à la plantation s'est avérée insuffisante pour maintenir une production élevée. Un second apport d'engrais apparaîtrait donc utile vers 4-5 ans.

En ce qui concerne l'arbre moyen de chaque traitement, nous obtenons :

| | Densité | | | |
|----------------|---------|-------|-------|-------|
| | 2.000 | 1.600 | 1.300 | 1.100 |
| \bar{C} (cm) | 51 | 54 | 56 | 57 |
| \bar{V} (1) | 125 | 137 | 144 | 143 |
| \bar{v} (2) | 87 | 96 | 100 | 101 |

(1) volume sur écorce (dm^3) (2) volume sous-écorce (dm^3)

Tout comme à 12 ans, nous ne constatons aucune différence entre les densités 1.100 et 1.300/ha.

Par contre, en ce qui concerne les volumes totaux et les accroissements annuels moyens les différences entre chaque densité sont significatives ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

| | Densité | | | |
|----------------------------|---------|-------|-------|-------|
| m ³ /ha | 2.000 | 1.600 | 1.300 | 1.100 |
| V sur écorce | 232 | 202 | 180 | 151 |
| Accroissement annuel moyen | 16,6 | 14,4 | 12,8 | 10,8 |
| V sous écorce | 161 | 142 | 125 | 107 |
| Accroissement annuel moyen | 11,5 | 10,1 | 8,9 | 7,6 |

Que faut-il retenir de cet essai?

Sur sol de plateau de faible fertilité, l'effet dose d'engrais, à l'hectare, masque partiellement l'effet densité.

La concurrence des espèces adventices désavantage fortement les faibles densités. Trois solutions sont possibles et leurs effets sont vraisemblablement additifs sinon interactifs :

- planter sur un sol strictement propre (labour);
- effectuer un entretien, au moins, chaque année pendant les 2-3 premières années;
- apporter une dose de fertilisants plus importante, où la renouveler tôt dans le jeune âge, afin de germer rapidement le couvert.

Le besoin de renouvellement de la fertilisation semble être confirmé par le fait qu'à 7 ans déjà, le peuplement avait plus de 60% de la surface terrière qu'il montre à 14 ans.

Sur un sol de plateau de bonne fertilité (essai 7), on constate également que la surface terrière à 7 ans représente déjà 64% de celle à 13 ans et demi. C'est donc dans le jeune âge que le peuplement montre l'accroissement le plus important en surface terrière. Si l'on veut profiter au maximum de ce potentiel, il faut dès lors fertiliser fortement la plantation ou refertiliser le plus tôt possible.

12 - Sur terrasse sableuse : sol ferrallitique fortement désaturé, lessivé, à hydromorphie temporaire, formé sur alluvions fluviales relativement récentes.

Les essais installés sur la terrasse sont relativement récents (5 ans et demi lors des dernières mensurations). Essais 43 et 46.

Il s'agit d'essais clinaux, donc non statistiquement analysables mais pouvant fournir de précieux renseignements par régression.

Ces essais souffrent cependant du même mal que l'essai 3 dont nous venons de traiter :

- la fertilisation starter a été identique pour chaque plant :

$$N = 19,5 \text{ g}$$

$$P_2O_5 = 42,5 \text{ g}$$

$$K_2O = 30 \text{ g}$$

De plus, les essais montrent un autre facteur défavorable : contrairement à l'essai précédent, où les espaces vitaux accordés aux arbres sont de forme carrée, les surfaces utilisables par le pin sont ici de forme rectangulaire (voir graphique). Si bien que seules les densités comprises entre 1.333/ha et 631/ha permettent aux Pins de développer une cime normale. Aux autres densités, la déformation obligatoire du houppier me semble être un facteur peu propice à une croissance optimale.

Le graphique montre l'évolution des volumes sur et sous écorce entre 45 et 66 mois. (Fig. 7)

On remarque une évolution des volumes de type puissance de l'espace vital.

A 45 mois, la surface terrière à l'hectare était égale à $40,334x^{-0,731}$ avec $R = 0,994$ et le volume total sur écorce à $36x^{-0,7427}$ avec $R = 0,99$.

On constate également que le volume bois fort sous écorce représente un pourcentage du volume sur écorce de plus en plus élevé au fur et à mesure que la densité diminue.

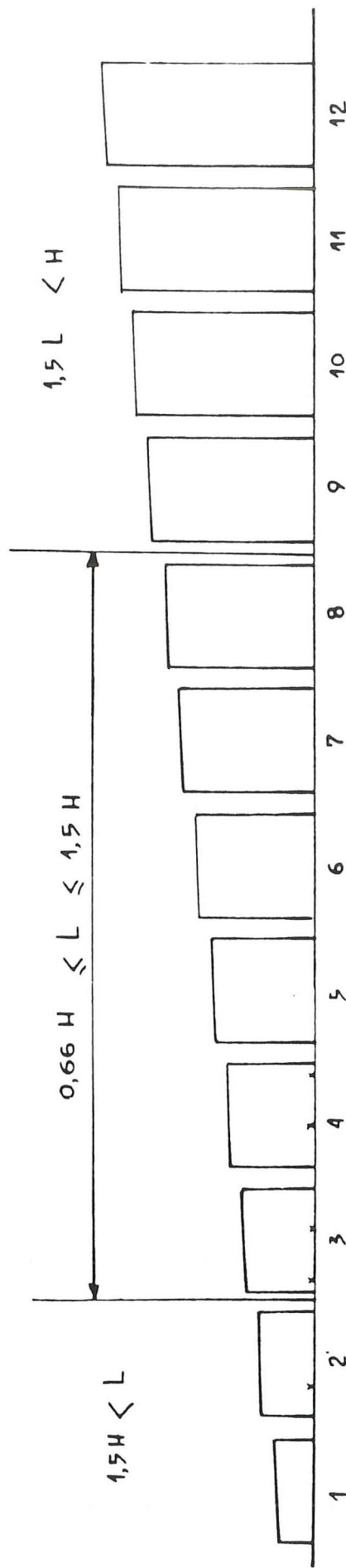
Ceci s'observe très bien si l'on analyse l'arbre moyen en fonction de l'écartement de plantation (voir graphique 8).

Si, par exemple, le volume total sur écorce de l'arbre moyen augmente de 81% entre les densités 2.400 et 521/ha, le volume bois

Fig. 6

Essai 46 - Densités de plantation sur Pinus Kasiya

Représentation des espaces vitaux moyens réservés aux plants selon la densité

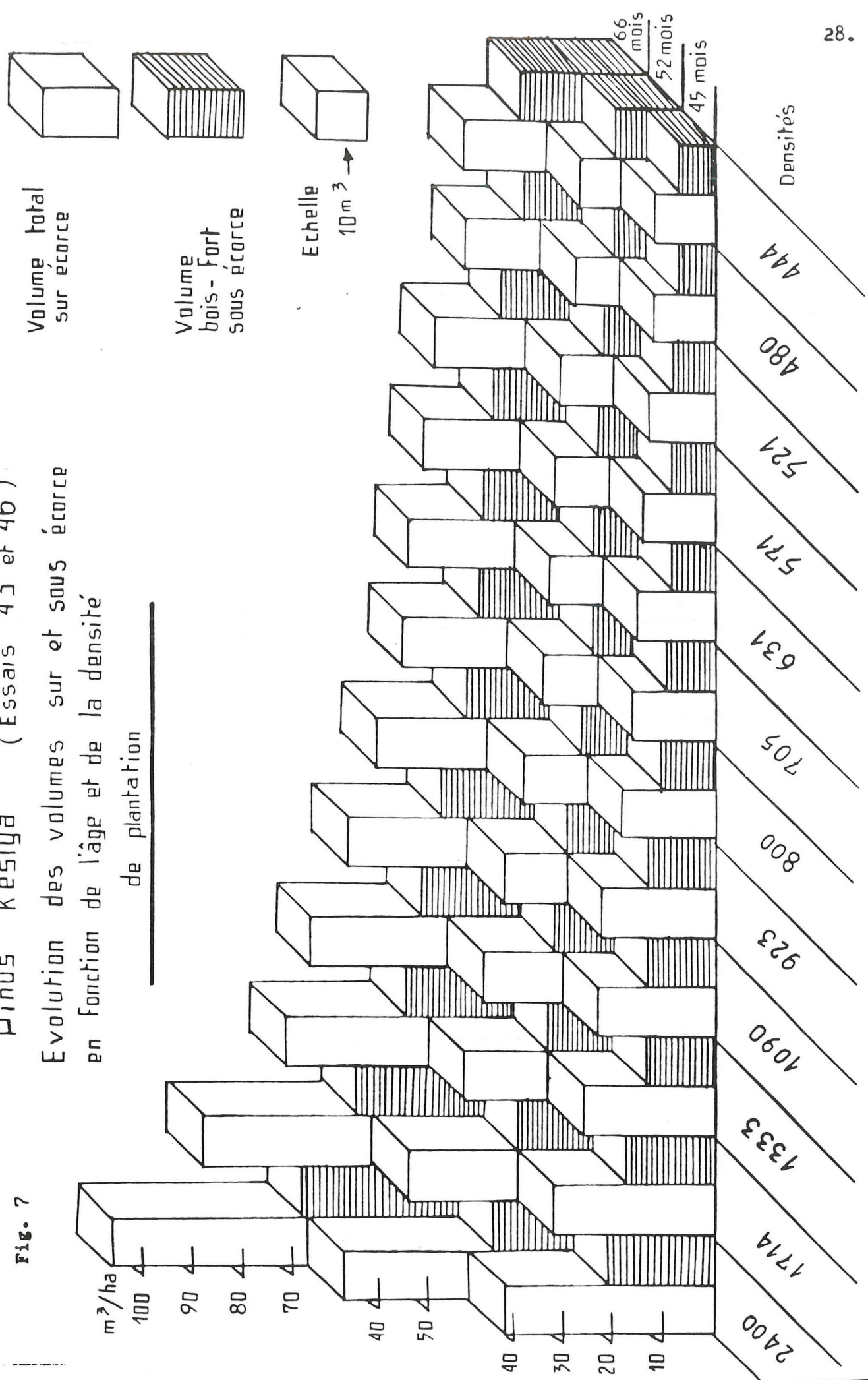


Les espaces vitaux accordés aux plants de l'essai 43 sont globalement identiques.

Fig. 7

Evolution des volumes sur et sous écorce
en fonction de l'âge et de la densité

de plantation



fort sous écorce (donc le volume réellement utile) augmente de 93%.

A 66 mois, les surfaces terrières sont les suivantes :

| | | Densité | | | | | |
|---------------------|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2.400 | 1.333 | 800 | 631 | 521 | 444 |
| Surface | | | | | | | |
| terrière | | | | | | | |
| dm ² /ha | | 2.826 | 1.978 | 1.473 | 1.291 | 1.150 | 1.009 |
| C (cm) | | 38 | 43 | 48 | 51 | 53 | 53 |

Seules les densités à 1.000/ha ont atteint le seuil de 18 m²/ha (voir CCT-plots) et si l'on pensait orienter le peuplement vers la production de sciages les densités 2.400 et 1.714/ha auraient déjà dû être éclaircies.

Malheureusement, ces considérations sont relatives en raison de la différence de fertilisation entre densités.

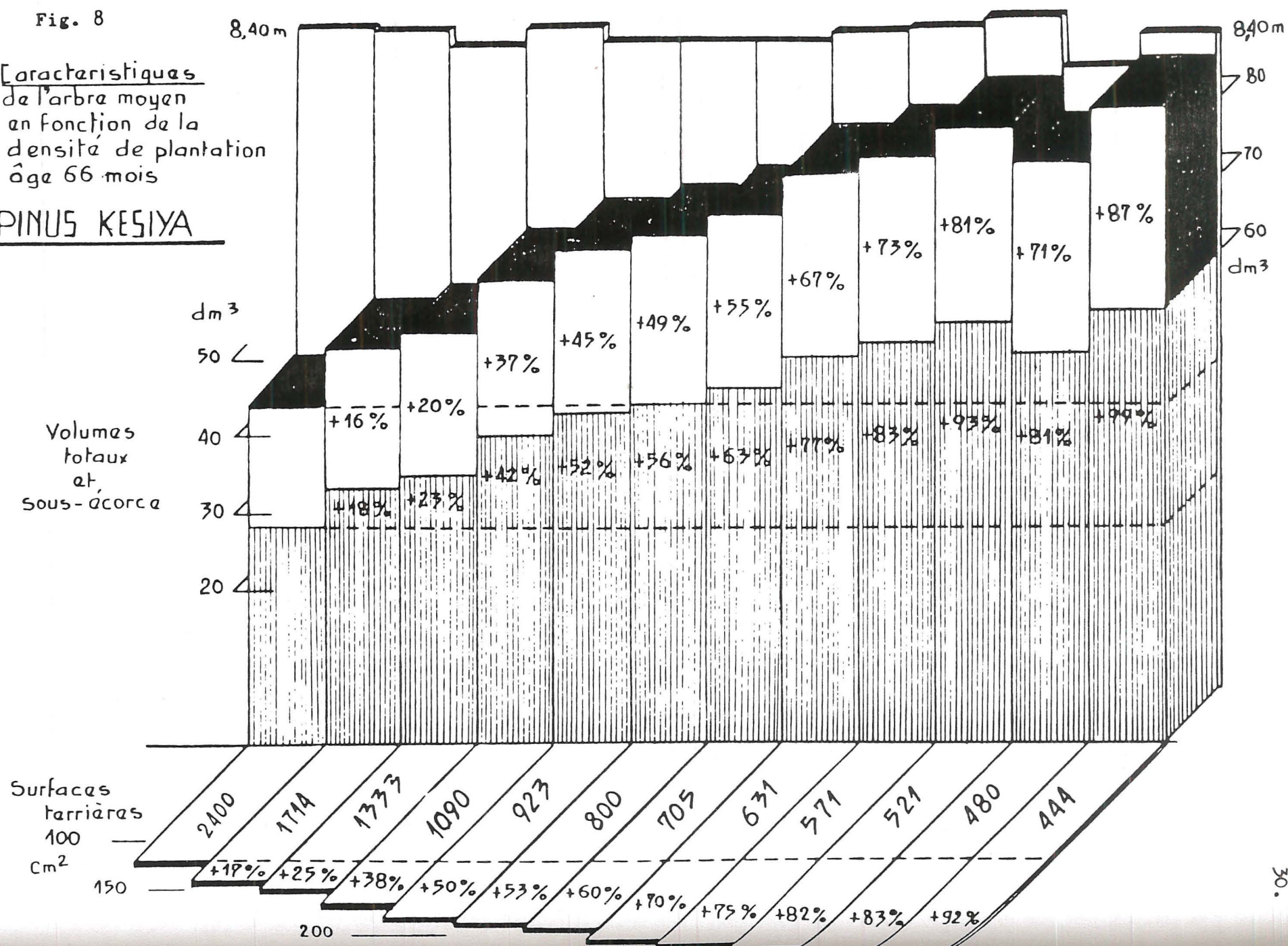
Si l'on considère les surfaces terrières moyennes ou les circonférences moyennes, on se rend compte que la concurrence se marque très tôt puisqu'à 5 ans et demi, elle se fait déjà sentir jusqu'aux densités voisines de 500 plants par hectare. Et ceci, malgré le handicap représenté par des fertilisations d'autant moins importantes que la densité est faible.

Dans le cas présent, la concurrence herbacée ne s'est pas montrée trop défavorable aux faibles densités. En effet, le terrain, préparé par un bon labour en plein est resté relativement propre pendant un an et un sarclage sommaire a été réalisé au cours de la seconde année; la végétation adventice qui s'est réinstallée par la suite était déjà fortement dominée et n'a pas pu acquérir assez de vigueur pour être dépressive de façon sensible (Il pourrait en être autrement pour des essences à croissance plus lente ou à couvert beaucoup moins dense).

Fig. 8

Caractéristiques
de l'arbre moyen
en fonction de la
densité de plantation
âge 66 mois

PINUS KESIYA



Cet essai nous montre qu'il n'est pas illogique d'envisager d'effectuer, dans le but de produire des grosses dimensions, des plantations à une densité voisine de 1.000 plants par hectare. Il faut bien sûr y mettre des conditions : éviter la concurrence des adventices et apporter une fertilisation starter adéquate.

2 - LES AUTRES ESPECES

Actuellement, seules ont été bien étudiées (alors que d'autres essais existent dans le périmètre FANALAMANGA) les Pinus oocarpa et Pinus elliottii (essais 45-48 et 44-47).

Ces essais sont également installés sur la terrasse sableuse tout comme les essais 43 et 46 dont il a été question ci-dessus.

Il faut remarquer que ces essais, tout comme pour le Pinus kesiya, ont été réalisés avec les mêmes provenances (qui ne sont peut-être pas les meilleures?) que les reboisements industriels. Si, donc, l'on veut comparer les espèces, il est nécessaire d'émettre des réserves. D'autant plus que dans d'autres essais le classement, si l'on peut parler ainsi, de ces espèces est tout à fait différent.

L'évolution de la production en volume total en fonction de l'écartement à la plantation suit la même évolution pour les 3 espèces.

A titre indicatif, voici quelques données pour diverses densités.

| | | 2.400 | 1.333 | 800 | 571 | 444 |
|-------------------------|--------------|-------|-------|-----|-----|-----|
| Circonférence | P. kesiya | 38 | 43 | 48 | 52 | 53 |
| de l'arbre de | P. oocarpa | 39 | 42 | 46 | 47 | 49 |
| Surface terrière | P. elliottii | 33 | 36 | 39 | 40 | 40 |
| moyenne | | | | | | |
| Volume de l'arbre moyen | P. kesiya | 44 | 53 | 66 | 76 | 83 |
| (dm ³) | P. oocarpa | 39 | 49 | 61 | 65 | 67 |
| | P. elliottii | 25 | 28 | 32 | 38 | 38 |

Fig. 9

Evolution de la surface terrière de l'arbre moyen
en fonction de l'âge et de la densité

Surface
terrière
en cm^2

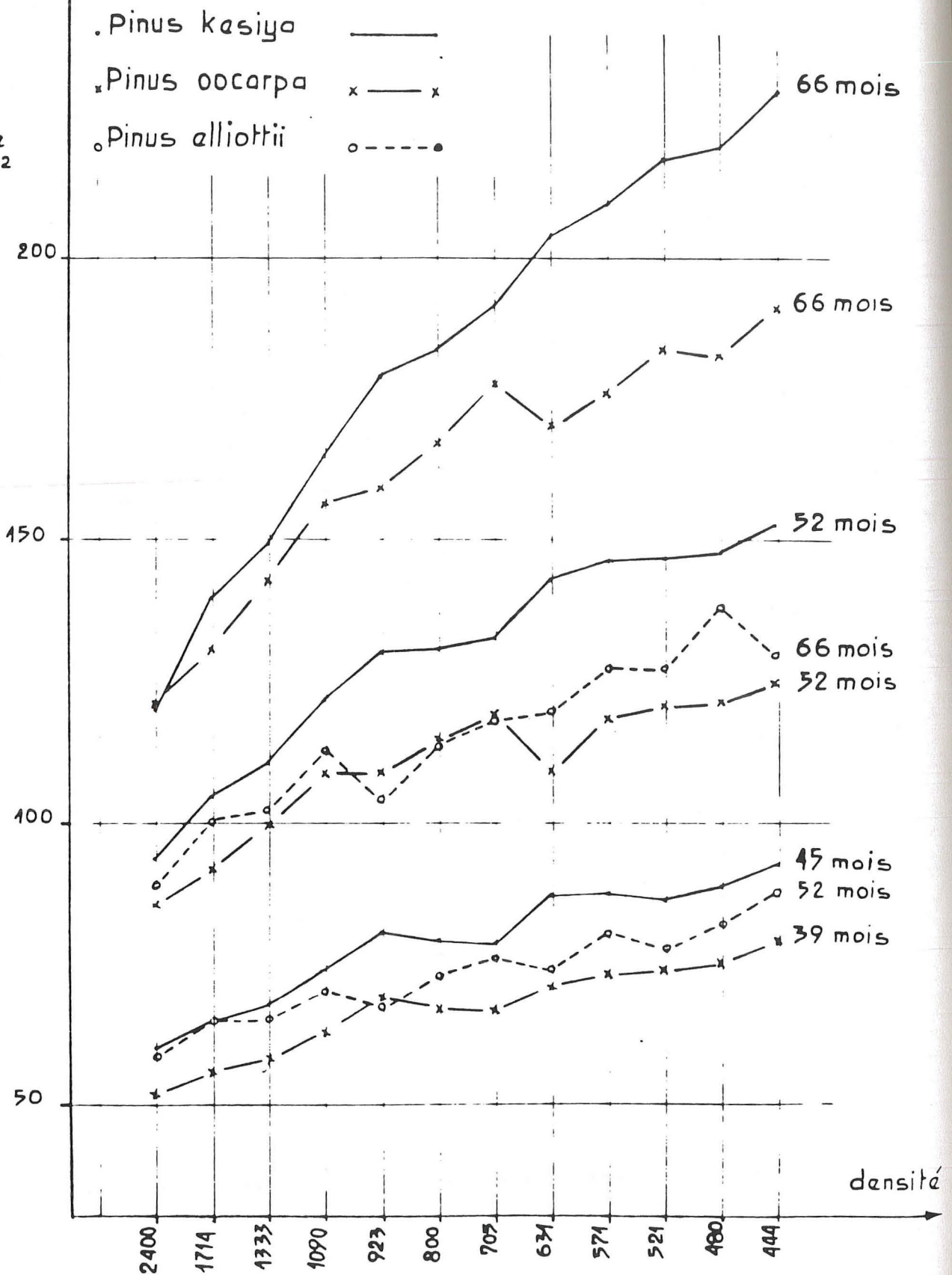


Fig. 10

Pinus Datarpa (Essais 45 et 48)

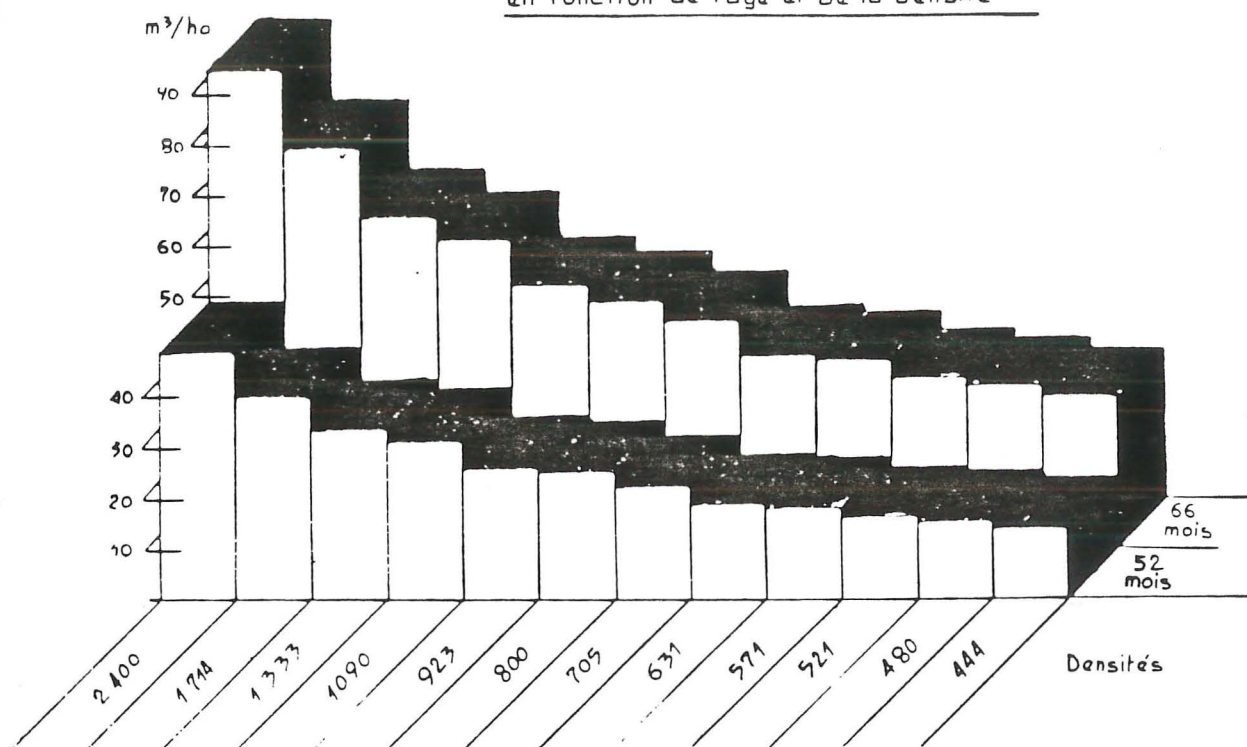
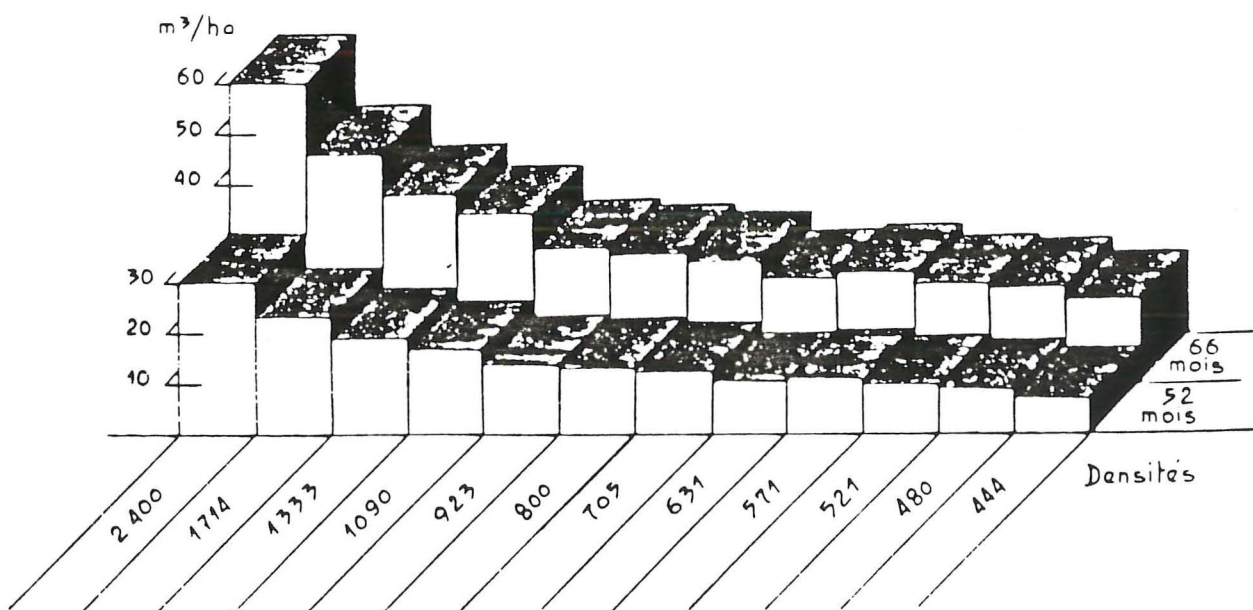
Evolution des volumes totaux sur écorce
en fonction de l'âge et de la densité

Fig. 11

Pinus alliotii (Essais 44 et 47)

Evolution des volumes totaux sur écorce
en fonction de l'âge et de la densité

| | | | | | | | |
|--------------|-------------|--|-------|-------|-----|-----|-----|
| | | | 2.400 | 1.333 | 800 | 571 | 444 |
| Volume total | P.kesiya | | 106 | 71 | 53 | 44 | 37 |
| par hectare | P.oocarpa | | 95 | 65 | 49 | 37 | 30 |
| m3/ha | P.elliottii | | 60 | 38 | 26 | 22 | 17 |

Si l'on regarde le graphique 9 montrant l'évolution de la surface terrière de l'arbre moyen en fonction de la densité et de l'âge, on constate que Pinus elliottii est à la traîne. Les Pinus kesiya et oocarpa ont, à 5 ans et demi, un comportement voisin pour les densités supérieures à 705/ha. Ensuite les courbes divergent. Serait-ce le signe que P. kesiya est beaucoup plus sensible à l'autoconcurrence que le P.oocarpa? Ce problème devra être considéré au cours des recherches à venir, en relation avec les études technologiques, pour mettre au point les sylvicultures destinées soit au bois de trituration, soit à l'obtention de produits "nobles" tels le sciage ou le déroulage.

Le C.C.T.-plots, essai en blocs complets à 4 répétitions, à parcelles utiles de 10 ares, planté en décembre 1969, a déjà connu 5 éclaircies.

Celles-ci ont ramené les parcelles :

- A à la densité de 1.200 plants à l'hectare par une éclaircie strictement systématique en décembre 1972.
- B à la densité de 800 brins/ha en janvier 1977.
- C à 600 tiges/ha en janvier 1979
- D à 450 arbres/ha en janvier 1981
- E-F-G à la densité actuelle de 300 plants/ha en juin 1983.

L'essai est implanté sur un plateau montrant une fertilité supérieure à la moyenne des terrains du périmètre de reboisement.

Le sol y est de type ferrallitique fortement désaturé, remanié, formé sur alluvions anciennes fluviolacustres. Le terrain présente une pente légère de quelques pourcents seulement.

La fertilisation starter a apporté 106 Kg de P_2O_5 , 48 Kg de K_2O et 200 Kg de dolomie (soit 60 Kg de CaO et 44 Kg de MgO) par hectare.

Vers 5-7 ans les pins ont eu à subir la maladie du dessèchement de cime qui a atteint sporadiquement 10% environ des arbres.

Ceux-ci ont bien résisté à l'attaque et ont refait une nouvelle cime. Le taux d'arbres malades n'est pas suffisant pour anéantir la vocation de production de sciages du peuplement.

13 ans 9 mois après le début de l'expérimentation nous observons les résultats suivants (Il faut noter qu'ici nous ne présentons que les données recueillies au moment des éclaircies nous possédons une vingtaine d'autres séries de mesures en circonférences et plusieurs en hauteurs dominantes) :

1 - Caractéristiques des différentes éclaircies

| Age | He (m) | Nbre d'arbres enlevés (%) | $\frac{gE}{gAE}$ | $\frac{vE}{vAE}$ | Remarques |
|------|-----------|------------------------------|------------------|------------------|--|
| 3 | 5,0 | 40 | 1 | 1 | éclaircie systé- matique. |
| 7 | 10,5 | 33 | 0,82 | 0,79 | } éclaircies forte- ment par le bas |
| 9 | 13,1 | 25 | 0,73 | 0,72 | |
| 11 | 15,9 | 25 | 0,90 | 0,91 | } éclaircies par le bas. |
| 13,5 | 18,6 | 33 | 0,87 | 0,88 | |

He = Hauteur dominante

avec gE = surface terrière de l'arbre de surface terrière
moyenne enlevé en éclaircie

gAE = g avant éclaircie

vE = volume de l'arbre de volume moyen enlevé en
éclaircie

vAE = volume moyen avant éclaircie

On observe que le coefficient $\frac{vE}{vAE}$ qui qualifie habituellement le type d'éclaircie est très voisin du coefficient $\frac{gE}{gAE}$ qui peut avantageusement remplacer le premier en raison d'une récolte simplifiée des données.

Il ressort du tableau que deux éclaircies, que j'appellerai "fortement par le bas" et énergiques puisqu'elles ont enlevé respectivement 33 et 25% des tiges, ont réussi à homogénéiser très fortement le peuplement. En effet, les deux éclaircies suivantes, bien qu'ayant été réalisées au maximum par le bas montrent un coefficient $\frac{vE}{vAE} = 0,9$.

Il est vrai semblable que si le dépressage avait porté sur les plants les plus malvenants cette homogénéisation du peuplement aurait été atteinte plus tôt.

2 - Les surfaces terrières

L'évolution des surfaces terrières est présentée aux graphiques 12 et 13.

Dans le cas présent, où les éclaircies n'ont laissé qu'une surface terrière comprise entre 17,8 et 18,8 m², on observe un accroissement en surface terrière identique au témoin non éclairci (la première éclaircie, ou dépressage, n'est pas prise en considération). La dernière éclaircie a laissé une surface terrière de 17,1 m² mais on ne peut encore préjuger de la réponse du peuplement à cette intervention. Ainsi, on peut penser que si la surface terrière après éclaircie ne descend pas en dessous d'une certaine limite, on ne diminue pas l'accroissement en surface terrière.

La surface terrière minimale permettant de conserver intact l'accroissement ne nous est pas encore connue mais elle est certainement inférieure à 18 m².

En maintenant la surface terrière à son niveau le plus bas, on obtient des accroissements identiques à celui d'un peuplement non éclairci ou éclairci précocement 1 ou 2 fois. Il ne faut pas trop rapidement extrapoler et en conclure qu'une éclaircie tardive de rattrapage dans un peuplement non éclairci, ramenant par exemple la surface terrière de 45 à 30 m²/ha, n'occasionnera aucune perte dans l'accroissement d'une ou des années ultérieures.

En effet, dans le cas présent, les éclaircies ont été théoriquement réalisées avant l'apparition de la concurrence. Aucun des arbres n'a été dominé et tous ont donc gardé intacte leur vigueur. Ce qui leur permet de répondre de la façon la plus favorable à l'éclaircie.

Par contre, dans un peuplement dense les arbres sont très serrés. L'importance de leur houppier s'est vu réduire singulièrement. Au moment de l'éclaircie, les pins risquent fort de ne plus avoir la

Fig. 12

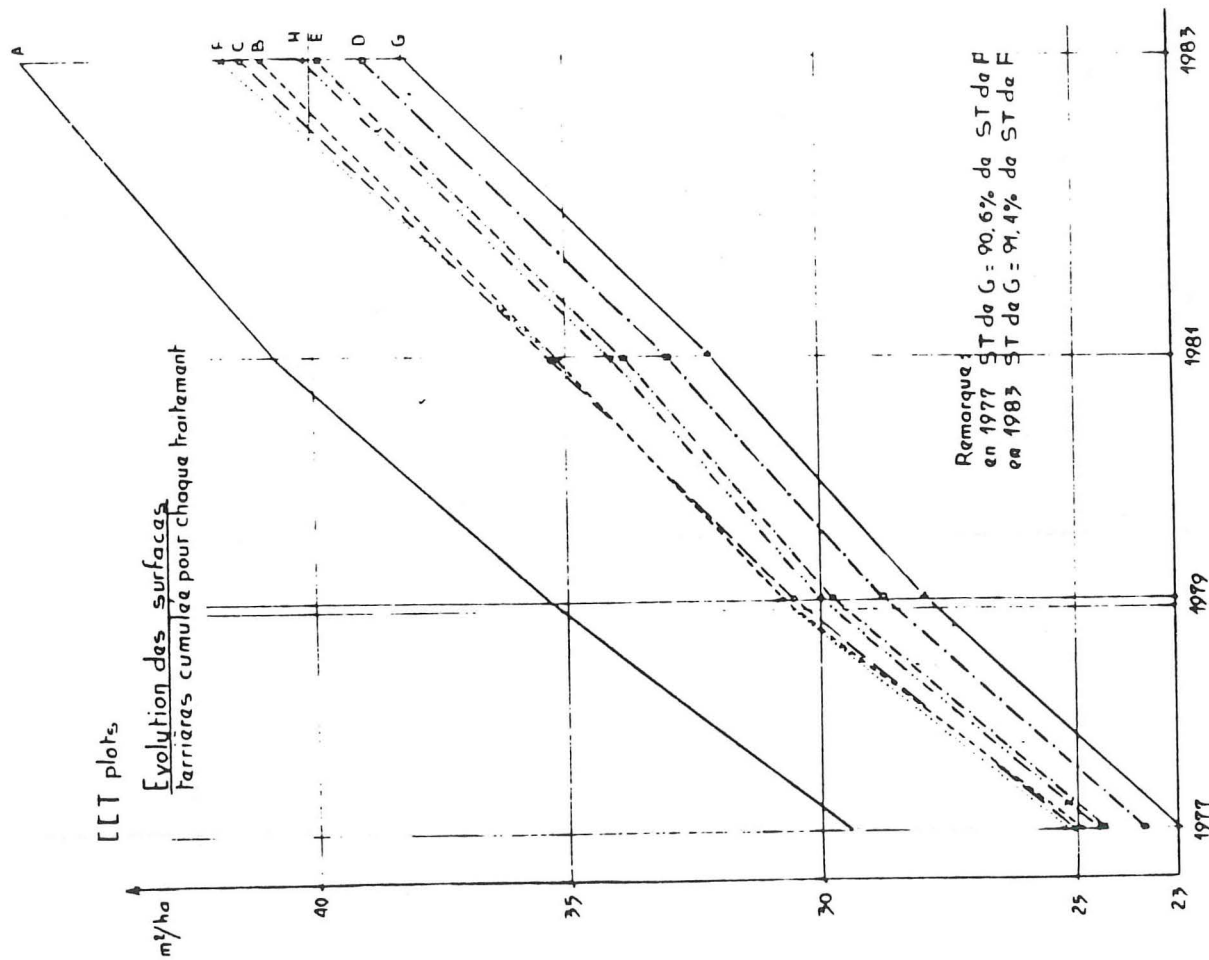
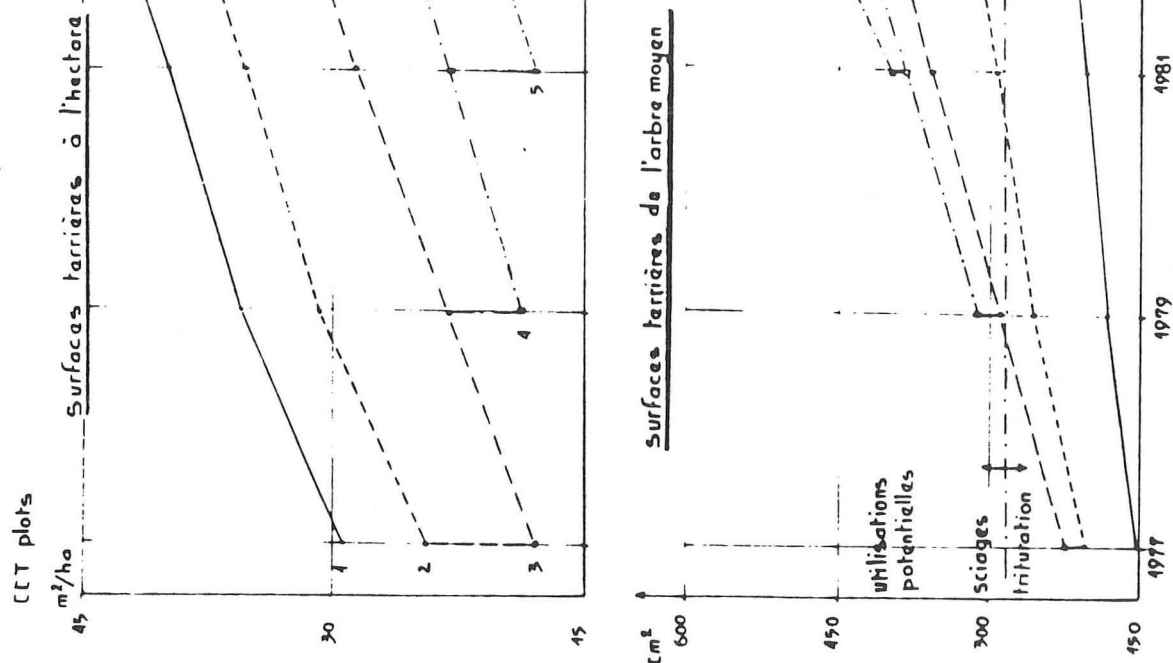


FIG 13



capacité de photosynthèse suffisante pour répondre immédiatement à un espace vital soudainement accru. De plus, les risques de dégâts d'abattage sont fortement amplifiés ainsi que les probabilités de chablis en cas de vents violents.

Ceci dit, on remarque cependant que le dépressage, opération néanmoins utile, a fait perdre environ 4,5 m² en surface terrière.

Une Chose que l'on peut également observer sur le graphique montrant l'évolution des surfaces terrières cumulées pour chaque traitement est le fait que l'écart en % entre les meilleures et les moins bonnes parcelles reste constant (du moins entre 1977 et 1983).

Venons-en aux surfaces terrières de l'arbre moyen.

Toutes les courbes d'accroissement sont divergentes (sauf entre C et D mais D est par hasard installé sur des parcelles moins fertiles) ce qui nous confirme que la concurrence intervient rapidement.

Les faits les plus remarquables sont que ~~à~~ à 13 ans et demi l'arbre de surface terrière moyenne d'un peuplement non éclairci est toujours dans la classe des bois de trituration alors que tous les autres ont déjà atteint les dimensions des petits sciages.

-à 7 ans, les parcelles éclaircies 2 fois montraient déjà une surface terrière de l'arbre moyen égale à celle, à 13,5 ans, du peuplement non éclairci.

-à 13,5 ans, les parcelles éclaircies 3 fois montrent une surface terrière de l'arbre moyen double de celle du témoin. L'écart se creuse avec les autres éclaircies : 2,25 x la surface terrière de l'arbre moyen du peuplement non éclairci après 4 interventions et 2,43 x juste après la cinquième.

3 - Les volumes

Les volumes dont il sera question ici présupposent que la

Fig. 14

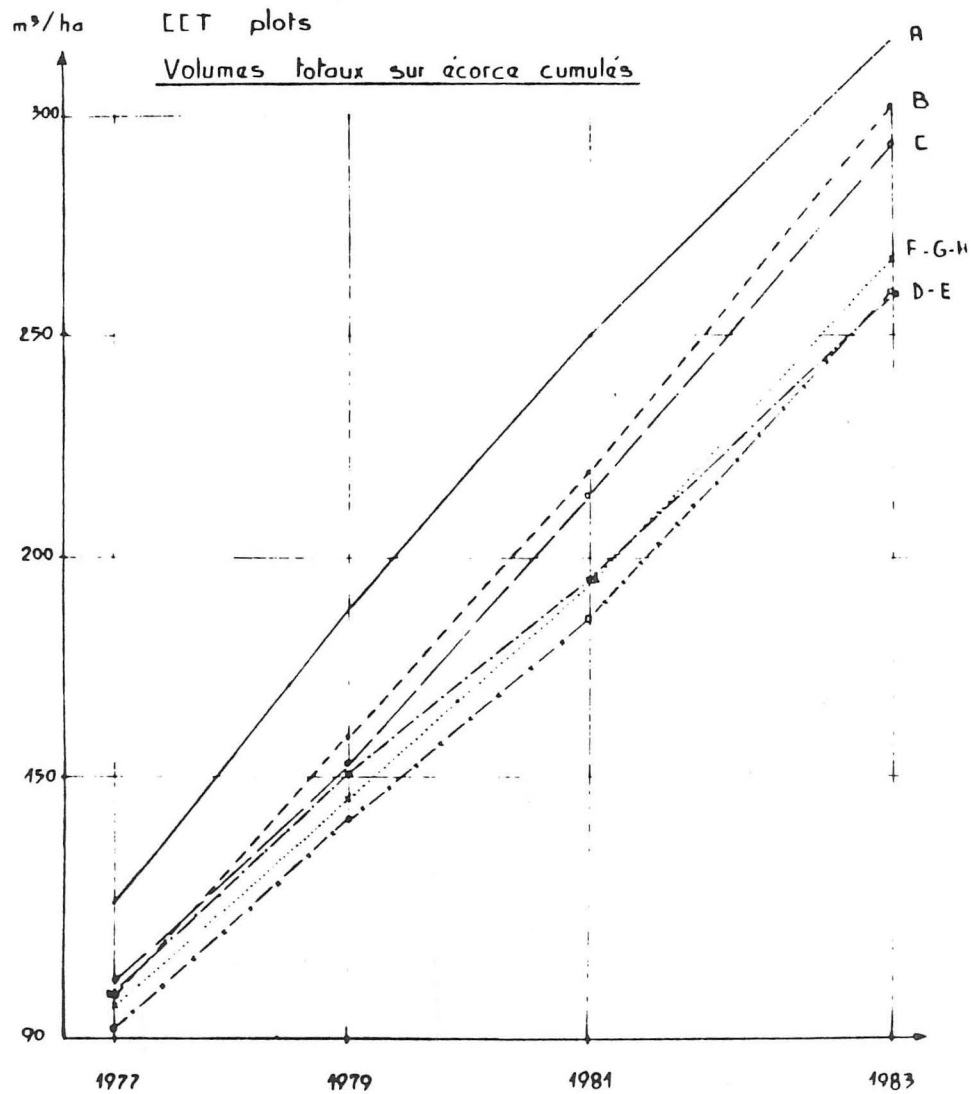
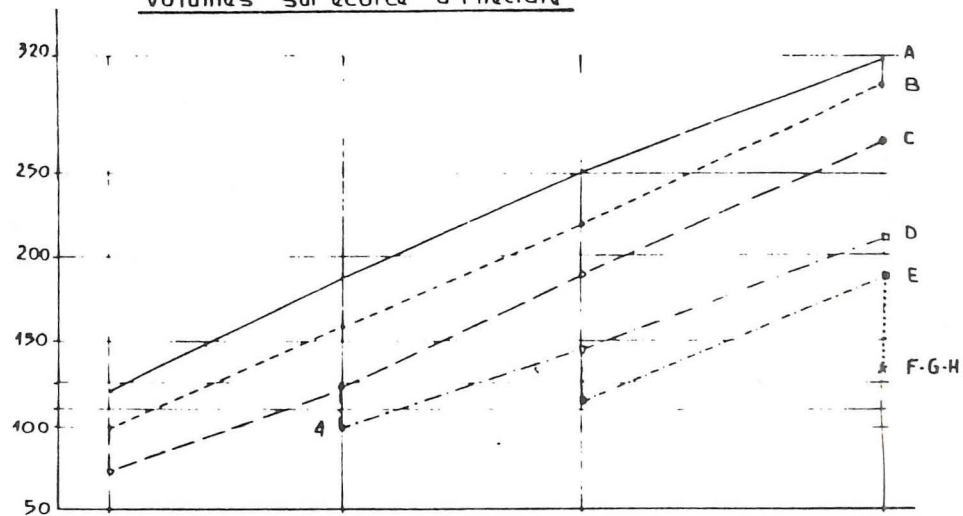


FIG 13

Fig. 15

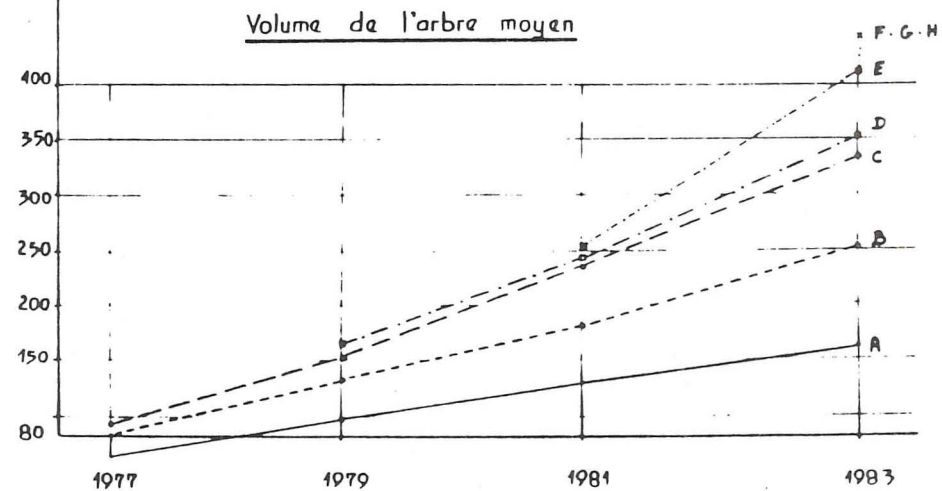
ECT

Volumas sur écorce à l'hectare



dm³

Volume de l'arbre moyen



partie utilisable du tronc débute à 30cm du sol; le reste constitue la souche et les pertes d'abattage (biseau).

Les résultats concernant l'évolution du volume total sur écorce sont présentés aux graphiques 14 et 15.

On remarque un parallélisme entre les traitements moins marqué que dans le cas des surfaces terrières. Ceci semble être dû au défilement plus important des parcelles éclaircies.

De plus, il semblerait qu'une éclaircie représente une perte en accroissement annuel courant pendant deux ans environ; ensuite l'accroissement en volume redevient pratiquement identique au peuplement dans lequel on n'est pas intervenu (Ce point sera mieux précisé lorsque nous entreprendrons des études plus approfondies sur cet essai).

On observe, en outre, qu'entre 1981 et 1983 la différence de volume total sous écorce entre les parcelles A et B passe de 20 à 9 m³/ha. Bien qu'un doute subsiste sur la précision de l'estimation des volumes car notre tarif devient quelque peu imprécis pour des hauteurs dominantes supérieures à 19,5 m. On peut supposer que l'accroissement annuel courant maximum en volume serait atteint, dans le cas présent, vers 12 ans pour une densité de 2.000 pieds par hectare alors que ce maximum est plus tardif pour des densités inférieures. Ceci sera mieux appréhendé ultérieurement avec l'acquisition de nouvelles données et l'amélioration de la précision des formules de cubage.

Le volume de l'arbre moyen sous écorce dans le peuplement non éclairci à 13,5 ans est égal au volume de l'arbre moyen d'une parcelle :

- éclaircie 1 fois et âgée de 11 ans;
- ou éclaircie 3 fois et âgée de 9 ans.

A 13,5 ans, le gain en volume de l'arbre moyen est de :

- 57% suite à 1 simple dépressement
- 110% 1 dépressement + 1 éclaircie
- 122% 1 " + 2 éclaircies
- 158% 1 " + 3 éclaircies
- 176% 1 " + 4 éclaircies

Le tableau ci-après nous indique les caractéristiques du peuplement et des éclaircies à l'âge de 13 ans et demi.

La valeur du peuplement et des éclaircies est calculée sur la base des prix du mètre cube sur écorce sur pied pour les résineux à fût propre en France en 1978 divisé par 100 (Il aurait donc fallu procéder à l'élagage du peuplement).

| T | Caractéristiques du peuplement sur pied en 1983 | | | Caractéristiques des éclaircies | | | Valeurs cumulées en 1983 | Volumes cumulés |
|---|---|-----|--------|---------------------------------|----|--------|--------------------------|-----------------|
| | Ug | V | Valeur | Ug | V | Valeur | | |
| A | 54,2 | 318 | 267 | | | | 267 | 318 |
| B | 65,5 | 302 | 350 | | | | 350 | 302 |
| C | 73,8 | 268 | 402 | 45,7 | 25 | 14 | 416 | 293 |
| D | 77,3 | 212 | 339 | 51,4 | 22 | 16 | 369 | 259 |
| E | 81,8 | 180 | 313 | 66,0 | 33 | 39 | 382 | 260 |
| F | 84,5 | 133 | 242 | 76,2 | 54 | 83 | 394 | 267 |

Nous constatons que le volume total produit diminue légèrement avec le nombre croissant d'intervention. La perte représente près de 60 m³/ha, soit un peu moins de 20% du volume total sur écorce pour plus de 3 éclaircies. Néanmoins, cette perte est largement compensée par l'augmentation du bénéfice financier qui, actuellement, est de -31% pour un simple dépressement (dont il faut déduire le coût puisque cette intervention est un investissement).

-55% pour 1 dépressement + 1 éclaircie et de 42% environ pour plus de 2 éclaircies.

Une tendance à l'augmentation du bénéfice financier avec le nombre d'éclaircies commence à se dessiner entre 3 et 5 interventions. Qu'en sera-t-il dans l'avenir?

Un problème à résoudre est également la date optimale des interventions. Actuellement, les éclaircies sont théoriquement réalisées hors concurrence soit pour un sol de bonne fertilité tous les 2 ans. Mais peut-être l'optimum, tant technologique que financier est-il d'une coupe tous les 3 ans? Nous espérons pouvoir déterminer cet optimum à partir d'analyse de tiges dans les divers traitements.

/ A F E R T I L I S A T I O N S T A R T E R

1 - PINUS KESIYA

11. Sur sol ferrallitique fortement désaturé typique induré :

Essai 1.

Cet essai est un factoriel P-K-Dolomie auquel ont été adjoints les traitements suivants : K-Ca et PKCa afin de connaître l'influence éventuelle du calcium.

Les doses testées, pour une densité de 2.000 plants/hectare, sont les suivantes :

P = 76 Kg P_2O_5 + 94 Kg CaO/ha

K = 48 Kg K_2O

Dol = 94 Kg CaO + 68 Kg Mgo

Ca = 94 Kg CaO

Les résultats de ces fertilisations sont présentés schématiquement aux graphiques 16 et 17.

L'analyse statistique, pour la partie factorielle de l'essai nous montre à 15 ans : - une interaction PKDol : . très hautement significative pour les hauteurs dominantes;

. significative pour

les volumes.

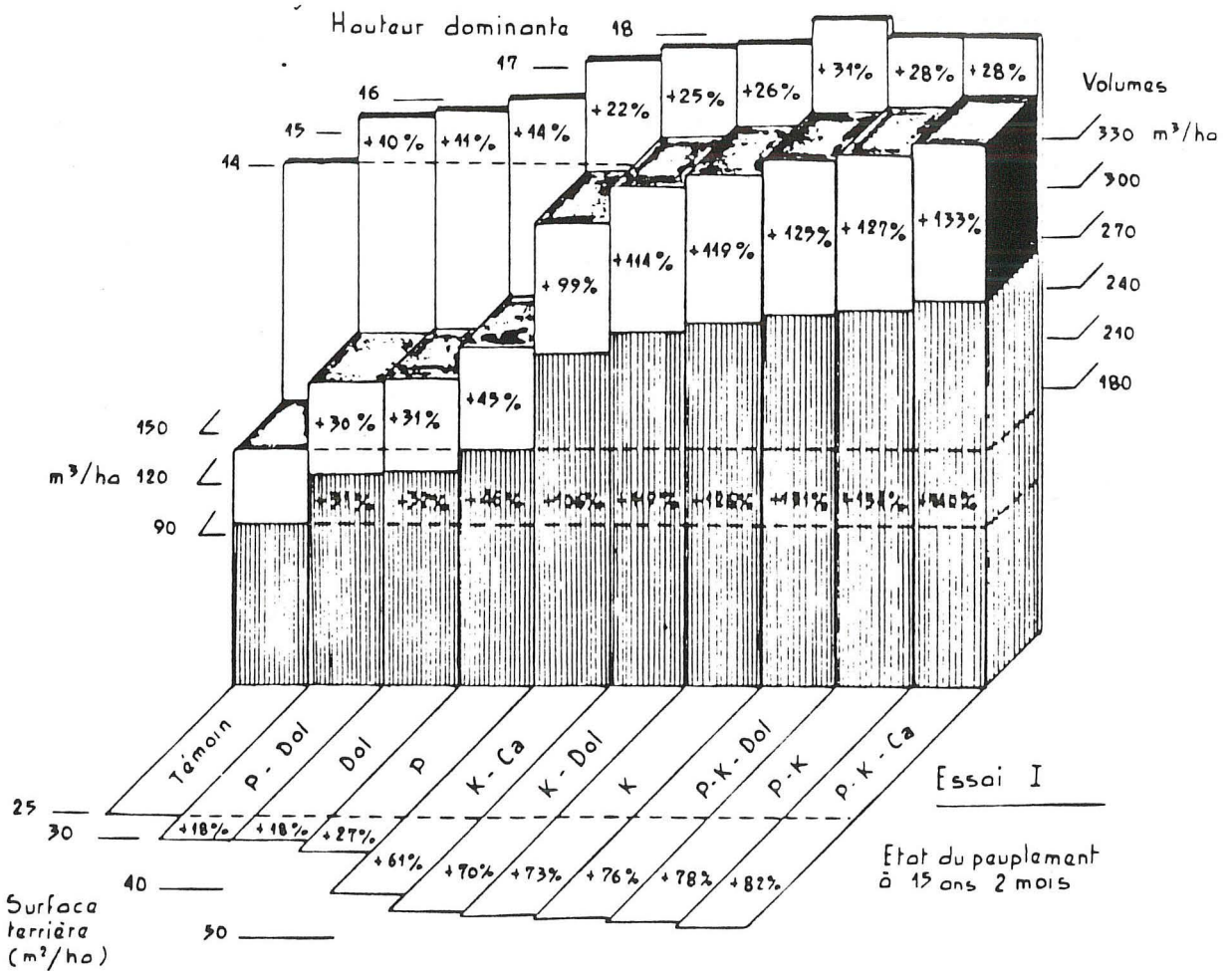
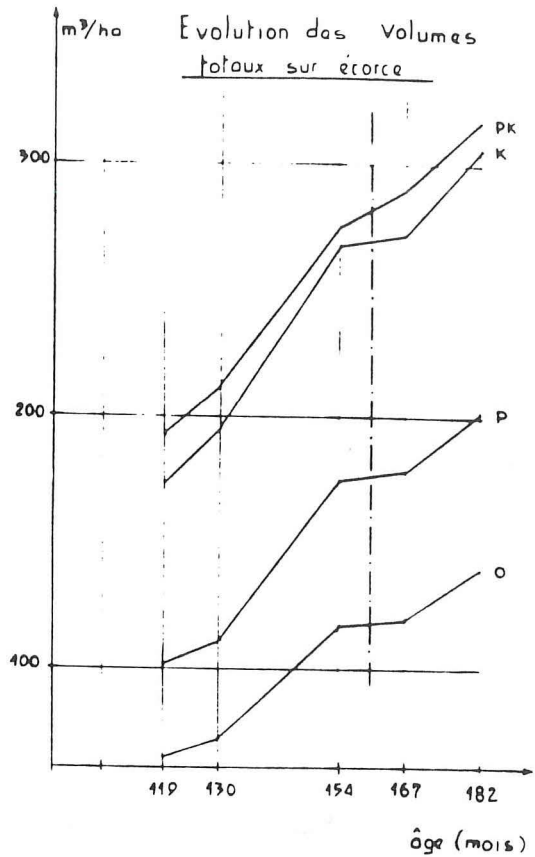
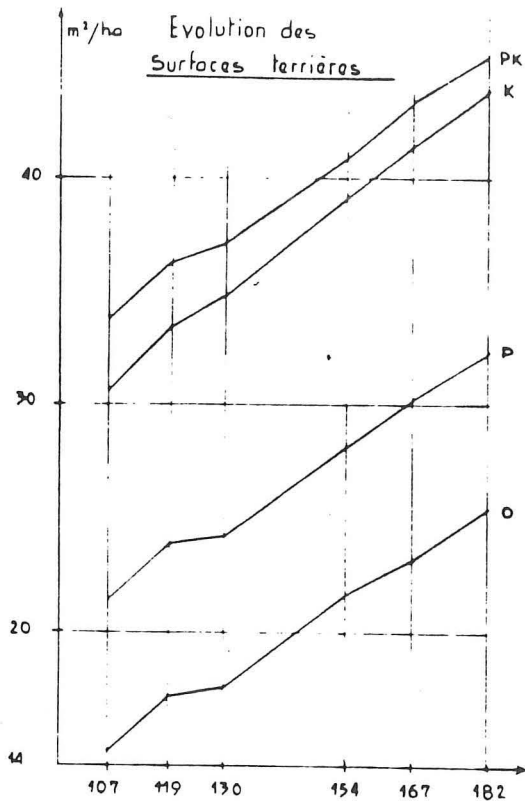
- un effet potasse très hautement significatif

et un effet phosphate hautement significatif en ce qui concerne les surfaces terrières.

L'analyse distingue 3 groupes de traitements :

| | |
|---|---|
| • témoin non fertilisé | avec 9,2 m ³ /ha-an |
| • traitements sans potasse (P-Dol-PDol) | avec 12,4 m ³ /ha-an |
| • traitements avec potasse (K - KDol - PK - PKDol) KCa - PKCa | avec 20,4 m ³ /ha-an (volumes totaux sur écorce) |

ESSAI MANGORD n° 1



Il faut toutefois noter que l'interaction PKDol n'a pas été sensible avant l'âge de 13 ans pour les volumes et 15 ans pour les hauteurs. Par contre, une interaction KDol a été sensible très tôt en ce qui concerne les surfaces terrières mais celle-ci disparaît vers 13 ans.

Donc, si l'on exclut les dernières mensurations, on constate un effet potasse très hautement significatif - la carence du sol en cet élément est très importante - et un effet phosphore hautement significatif. Bien qu'il n'y ait aucune différence significative entre les traitements K et PK on observe une amélioration de la production par la fertilisation phosphopotassique :

$$\begin{array}{rcl} + K \text{ (K - KCa - K Dol)} & = & 19,4 \text{ m}^3/\text{ha-an} \\ + PK \text{ (PK - PKCa - PK Dol)} & = & 21,0 \text{ m}^3/\text{ha-an} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} + K & = & 19,4 \\ + PK & = & 21,0 \end{array}} \right\} \Delta = + 8 \%$$

22. Sur terrasse à Mandialaza : sol ferrallitique fortement désaturé typique humique sur alluvions sableuses (sable 60%) : Essai 1.

Un test en vase de végétation a été effectué sur un échantillon de sol provenant de l'emplacement de l'essai et a indiqué une carence extrêmement grave en phosphore et grave en potasse.

Il s'agit d'un essai factoriel NPK aux doses suivantes, la densité est de 1.820 plants/hectare :

$$\begin{array}{ll} N = 10,9 \text{ Kg N} & \text{par hectare} \\ P = 96,5 \text{ Kg P}_{25} & \text{par hectare} \\ K = 43,7 \text{ Kg K}_2 & \text{par hectare} \end{array}$$

Les résultats synthétiques à l'âge de 10 ans 8 mois sont présentés au graphique 18.

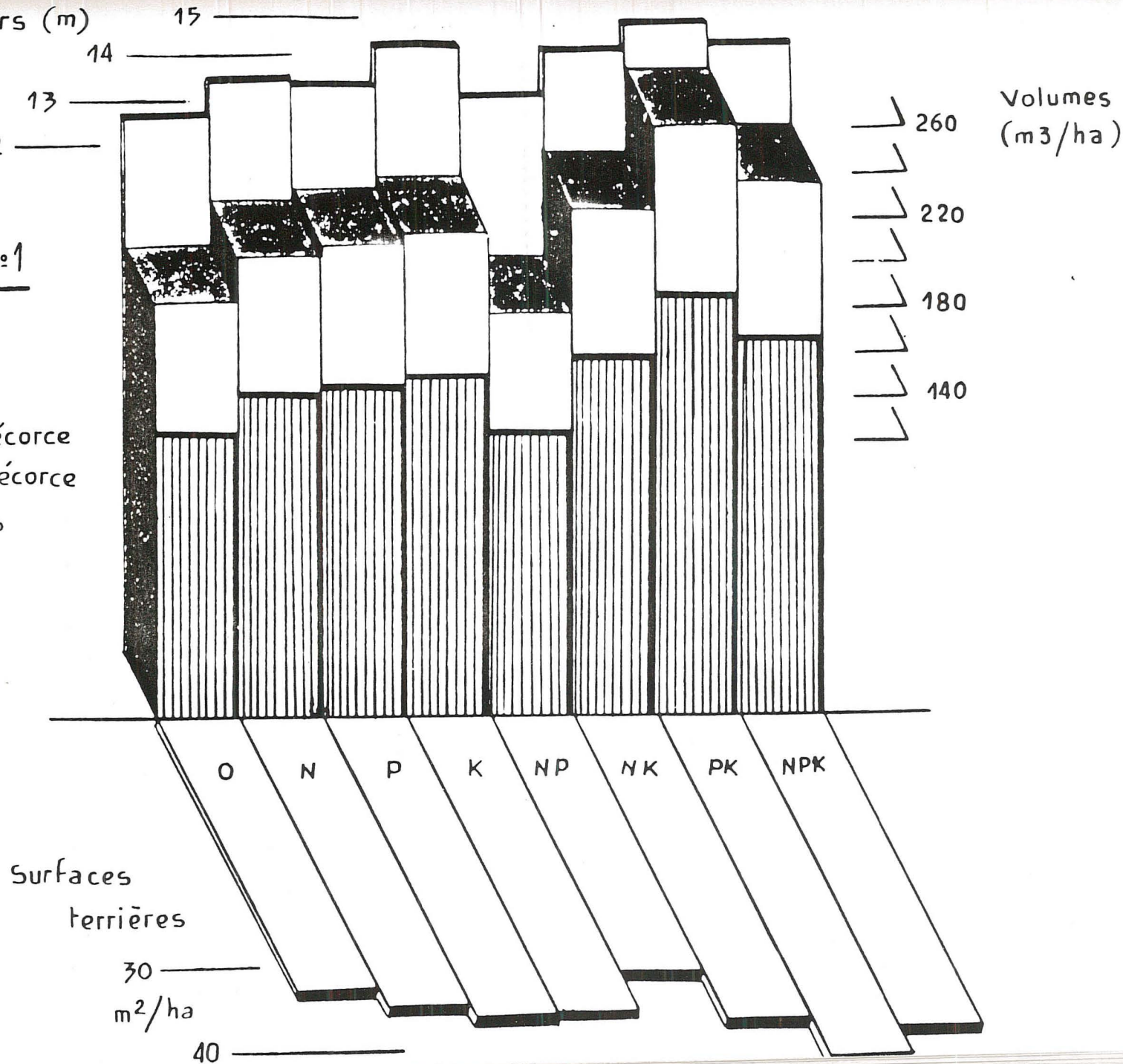
Les analyses statistiques nous indiquent :

- un effet potasse très hautement significatif tant pour la hauteur moyenne que pour la surface terrière ou le volume;
- une interaction NP (dépressive) pour la surface terrière et les volumes;

Fig. 18 Hauteurs (m)

ESSAI MANDIALAZA n°1

Hauteurs
Surfaces terrières
Volumes totaux sur écorce
et bois fort sous écorce
à l'âge de 10 ans 8 mois



- le seul traitement différent du témoin est le traitement PK qui montre un gain d'accroissement de 78 m³/ha soit 43%.

23. Sur terrasse sableuse, sol ferrallitique fortement desaturé, lissivé, à hydromorphie temporaire, formé sur alluvions fluviatiles relativement récentes : Essai 26.

Un test de vase de végétation a montré des carences faibles en azote, très grave en phosphore, moyennes en potasse et en calcium, graves en soufre et faibles en oligo-éléments.

Les résultats de cet essai 26 sont présentés schématiquement au graphique pour les âges de 7 et 9 ans et demi. (Fig. 19)

L'analyse statistique nous montre un effet potasse très hautement significatif pour la hauteur moyenne, les surfaces terrières et les volumes. L'interaction PK n'est sensible que pour les hauteurs.

Les comparaisons par le test de Newman et Keuls présentent 2 groupes distincts de traitements : (à 9 ans)

NP - O - P - N avec 7,7 m³/ha-an
et NK - NPK - K - PK avec 12,7 m³/ha-an

tout en remarquant que PK offre les meilleurs résultats avec 13,8 m³/ha-an.

24. Sur sol ferrallitique fortement desaturé, typique, remanié, jaune formé sur migmatites : Essai 32 (sols de pentes).

Le test de vase de végétation réalisé sur ce type de sol a montré des carences très graves en P et Ca

graves en K et en oligoéléments
moyennes en Mg et faibles en S.

PINUS KESIIYA

Essai 26

Evolution des volumes
totaux sur écorce (m^3/ha)
entre janvier 1981 et Août 1983.

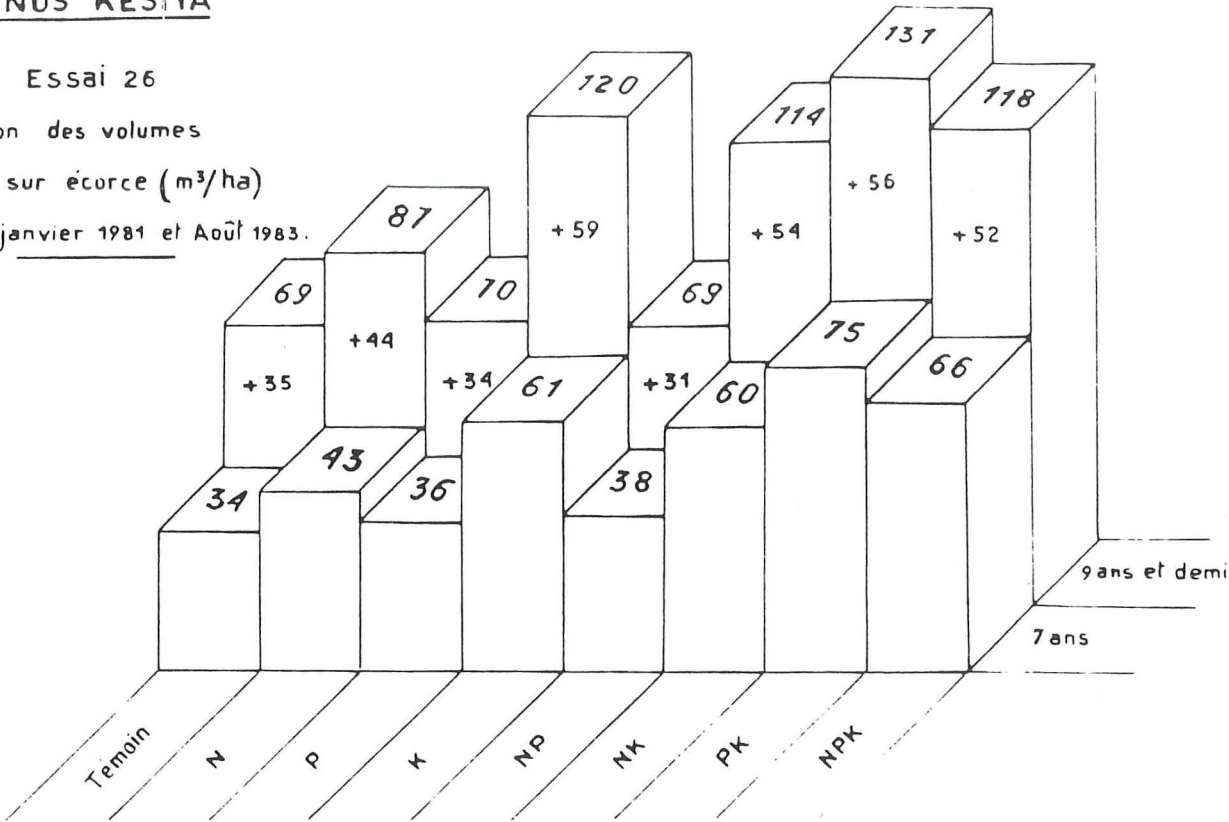
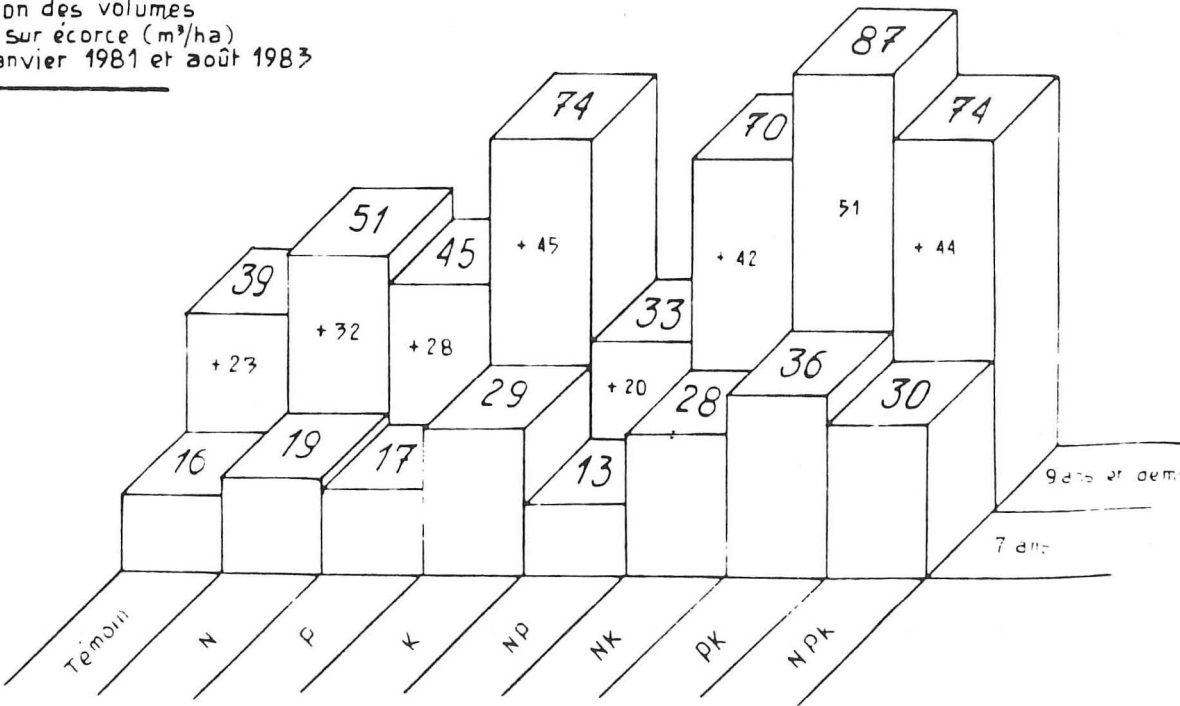


Fig. 20

PINUS ELLIOTTII

Essai 26

Evolution des volumes
totaux sur écorce (m^3/ha)
entre janvier 1981 et août 1983



Bien que l'essai était destiné à mettre en évidence les carences en oligo-éléments, il a également testé les fertilisations :

P, PK et NPK

P = 60 Kg P_2O_5 /ha

K = 46,4 Kg K_2O /ha

N = 8 Kg N/ha

pour une densité de 2.000 plants/ha.

Les résultats à 90 mois (7,5 ans) sont les suivants (m³/ha) :

| ===== | | | | | |
|---------------------|-----|---|------------------|---|------------------|
| ! | | ! | - oligo-éléments | ! | + oligo-éléments |
| !-----!-----!-----! | | | | | |
| ! | O | ! | 10 | ! | 27 |
| ! | P | ! | 19 | ! | 46 |
| ! | PK | ! | 22 | ! | 61 |
| ! | NPK | ! | 30 | ! | 78 |
| ===== | | | | | |

Sur ce type de sol, on constate l'effet bénéfique des oligo-éléments (ici c'est le zinc qui fait défaut : ce point est développé dans le chapitre traitant du dessèchement de cimes) et, contrairement aux autres types de sol, l'azote ajouté à la fumure PK accroît substantiellement la production (+ 28%).

2 - PINUS ELLIOTTII

Sur terrasse sableuse : essai 26.

Les résultats schématiques concernant les volumes à 7 et 9,5 ans sont présentés au graphique 20.

L'analyse statistique nous indique :

- en ce qui concerne les hauteurs moyennes un effet potasse très hautement significatif; une interaction PK significative;

- en ce qui concerne les surfaces terrières, un effet K très hautement significatif
une interaction NP (dépressive) hautement significative
une interaction PK hautement significative;
- en ce qui concerne les volumes seul l'effet de la potasse est significatif (très hautement).

Nous observons 2 groupes de traitement :

- o NP - O - N - P avec 4,2 m³/ha-an
- o NK - NPK - K - PK avec 8,0 m³/ha-an

Il faut noter que PK montre une production supérieure de 21% au groupe K - NK - NPK.

3 - PINUS CARIBAEA

Sur terrasse sableuse - Essai 26

Les résultats schématiques à 7 et 9,5 ans sont présentés au graphique 21.

L'analyse statistique nous montre pour les hauteurs moyennes, les surfaces terrières et les volumes :

- o une interaction NPK significative (bien que l'adjonction d'azote à P, à K ou à PK soit légèrement dépressive);
- o un effet phosphore significatif;
- o un effet potasse très hautement significatif.

Le test de Newman et Keuls nous montre un témoin égal à NP et N tandis que la ppds considère le témoin comme différent de tous les autres traitements.

Fig. 21

PINUS CARIBAEA

Essai 26

Evolution des volumes
totaux sur écorce (m^3/ha)
entre janvier 1981 et août 1983

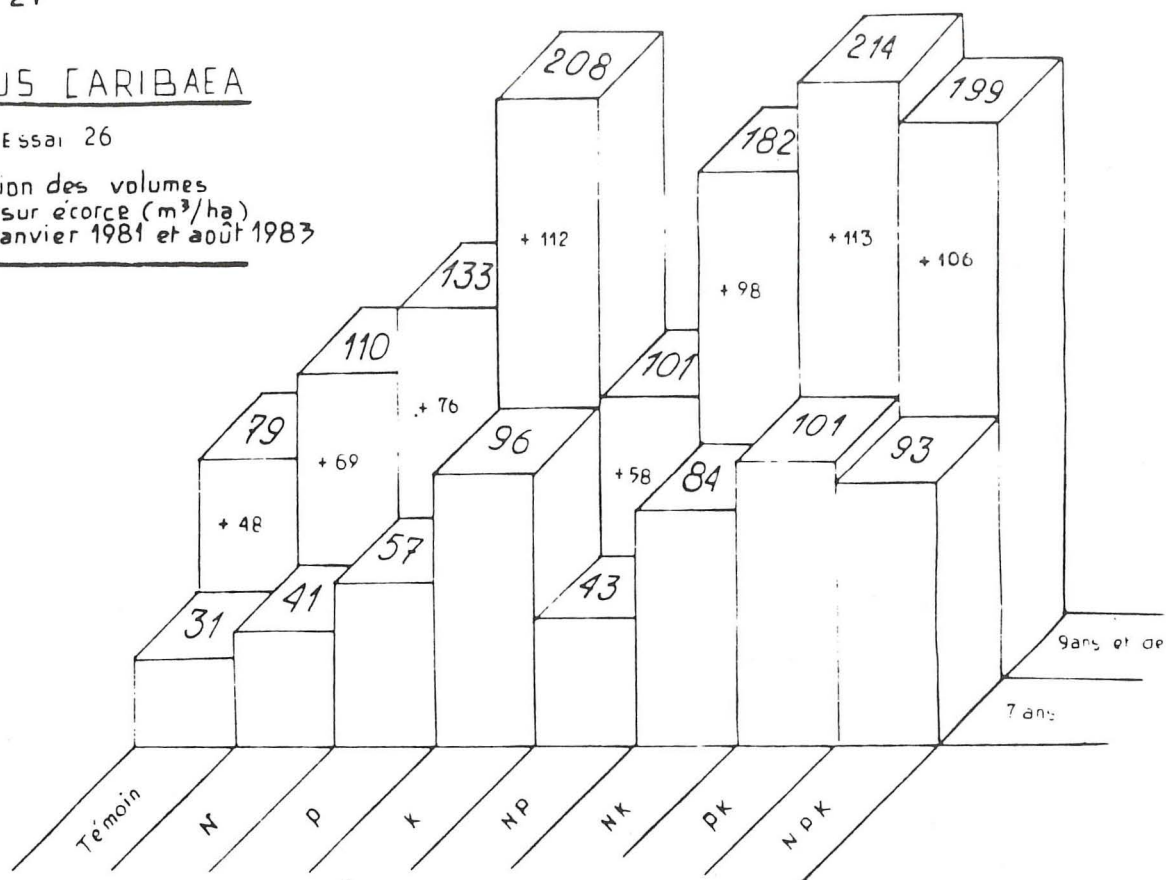
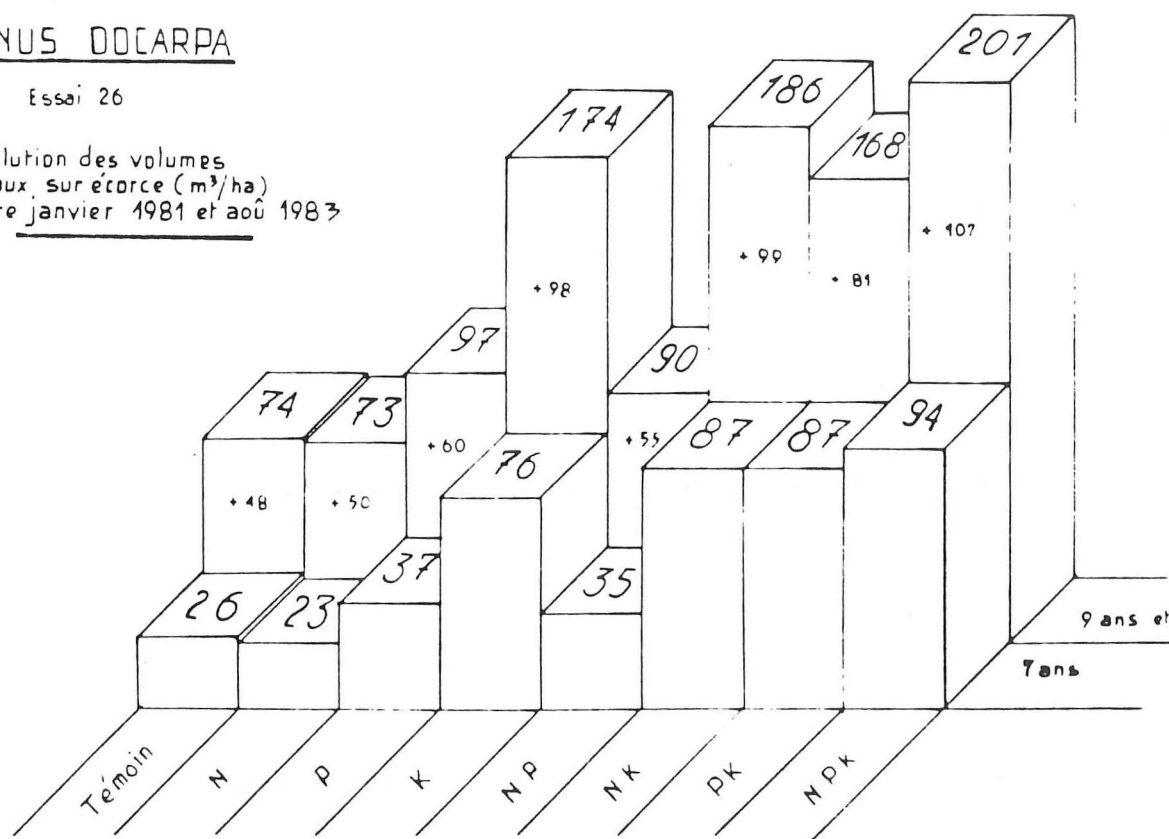


Fig. 22

PINUS OCCARPA

Essai 26

Evolution des volumes
totaux sur écorce (m^3/ha)
entre janvier 1981 et août 1983



Quant à nous, nous comparerons 2 groupes au témoin :

- témoin : 8,3 m³/ha-an
- NP - N - P : 12,1 m³/ha-an

(à noter que P est supérieur de 26% aux traitements N et NP).

- NK - NPK - K - PK : 21,2 m³/ha-an
- (PK étant le meilleur traitement avec 22,6 m³/ha-an).

4 - PINUS OOCARPA

Sur terrasse sableuse : Essai 26

Les résultats synthétiques à 7 et 9,5 ans sont présentés au graphique 22.

L'analyse statistique ne permet de mettre en évidence qu'un effet potasse très hautement significatif.

Celle-ci divise les traitements en 2 groupes :

- N - O - NP - P avec 8,8 m³/ha-an
- K - PK - NK - NPK avec 19,2 m³/ha-an

Il faut noter que pour cette espèce l'apport d'azote en plus d'une fertilisation potassique ou phosphopotassique ne semble pas dépressif.

5 - EN GUISE DE CONCLUSION

Dans tous les cas, il apparaît qu'une fertilisation starter phosphopotassique améliore de façon sensible la production (+ 43% en volume dans l'essai présentant la réponse la plus faible).

Un apport supplémentaire d'azote n'apparaît bénéfique que :

- sur les sols de pentes développés sur migmatites;
- pour le Pinus oocarpa.

Si l'on compare à 9,5 ans les 4 espèces testées dans l'essai 26 sur terrasse sableuse; l'ordre (traitement PK) s'établit comme suit :

| | | |
|---------------------|---|--------------------------------|
| <u>Po. elliotii</u> | : | 9,2 m ³ /ha-an |
| <u>Po. kesiya</u> | : | 13,8 m ³ /ha-an |
| <u>Po. oocarpa</u> | : | 17,7 m ³ /ha-an (1) |
| <u>Po. caribaea</u> | : | 22,5 m ³ /ha-an |

Il s'agit ici des volumes totaux sur écorce.

Le classement peut être à revoir en fonction de l'utilisation potentielle du bois. Par exemple : le Po. caribaea présente un fort pourcentage d'écorce et est de forme sinueuse ce qui peut l'exclure de l'utilisation sciage. Les qualités technologiques de ces bois sont donc à prendre en compte avant de sélectionner ou d'éliminer l'une ou l'autre espèce.

(1) 21,2 pour une fertilisation NPK

1 - FERTILISATION DANS LE JEUNE AGE

Dans les paragraphes qui vont suivre, il sera question de peuplements de *Pinus kesiya* fertilisés pour la première fois vers 5 ans.

11 - La fertilisation de peuplements mal-venants

Les essais décrits ici ont été implantés dans des reboisements industriels réalisés sur des sols en pentes développés sur migmatites. (Ce type de sol est par ailleurs bien connu en raison de sa pauvreté et surtout de sa faible teneur en zinc qui provoque des dessèchements de cime chez *Pinus kesiya*).

Au moment de la mise en place des essais (35 et 36), les pins n'avaient respectivement qu'une hauteur moyenne de 189 et 201 cm.

La fertilisation a été apportée en surface autour des plants aux doses suivantes :

N = 16,4 Kg/ha

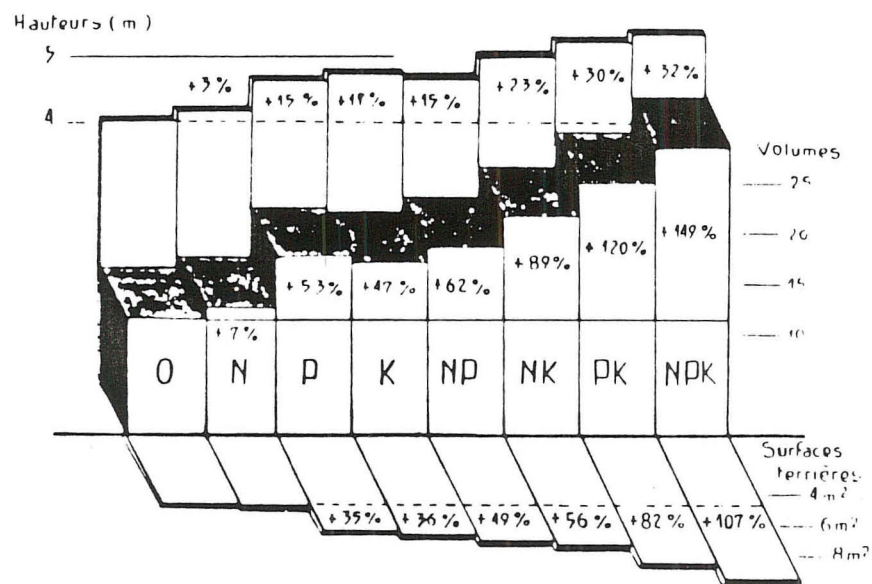
P = 90,9 Kg P_2O_5 /ha

K = 43,6 Kg K_2O /ha

Les résultats 7 ans 8 mois plus tard sont présentés schématiquement dans les graphiques 23 et 24.

Il faut noter que ces essais, qui n'ont reçu aucun apport de zinc, ont été particulièrement atteints par les dessèchements de cime. L'effet de l'engrais (bien qu'ayant apporté un gain substantiel : largement plus de 100% en volume pour les meilleurs traitements) a donc été masqué partiellement et est dès lors sous-estimé.

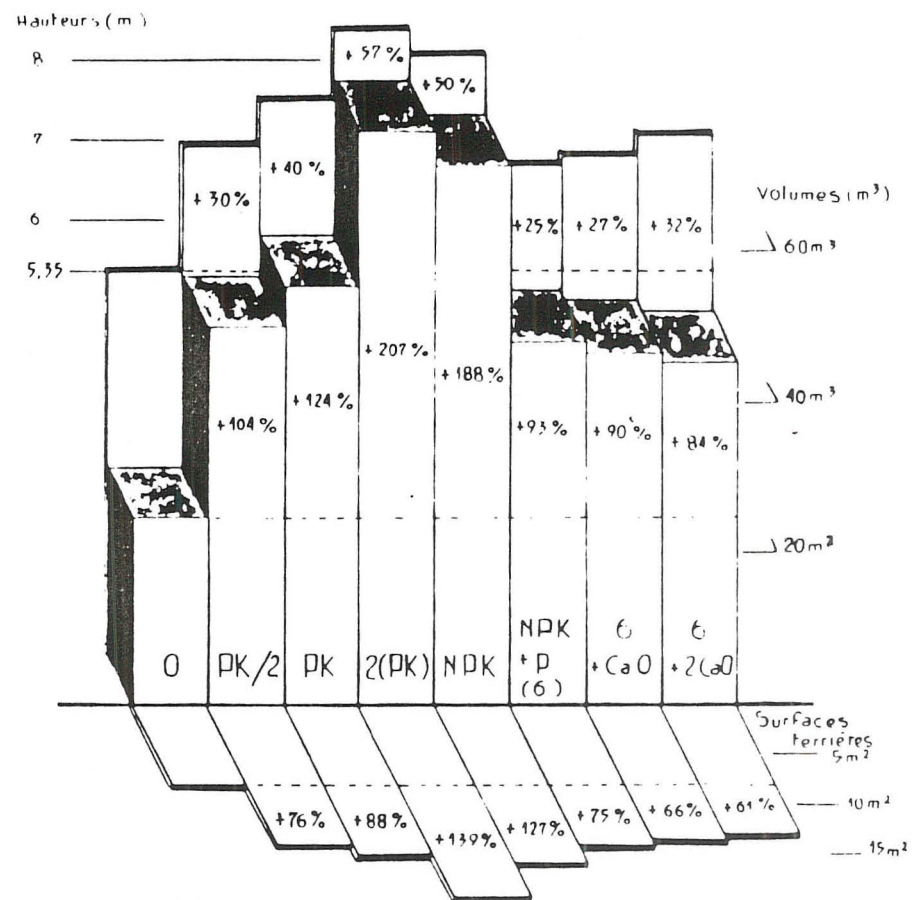
Néanmoins, dans l'essai factoriel NPK (35) quelques observations intéressantes concernant l'influence de la composition de l'engrais sur les symptômes de carence en Zn ont pu être faites.



ESSAI 35

Etat du peuplement 7 ans 8 mois après refertilisation
(Age 12 ans 7 mois)

Fig. 23



ESSAI 36

Etat du peuplement 7 ans 8 mois
après refertilisation
(Age 12 ans 7 mois)

Fig. 24

Tableau : Pourcentage de dessèchements de cime en fonction de l'engrais apporté.

| Type d'engrais | O. | N | P | K | NP | NK | PK | NPK |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| % de dessèchements à 9 ans | 66 | 63 | 47 | 86 | 44 | 89 | 79 | 75 |

L'analyse statistique montre des différences hautement significatives.

L'apport de phosphore semblerait donc aider le *Pinus kesiya* à surmonter la crise due à la carence en zinc tandis que l'apport de potasse aurait tendance à aggraver la maladie. L'azote n'aurait aucun effet.

Dans l'essai 36 par contre, comme les éléments n'ont été apportés que combinés, on ne fait que constater une augmentation des dessèchements avec la fertilisation sauf pour (PK)/2 qui reste semblable au témoin.

Tableau : Pourcentages de dessèchements à l'âge de 9 ans.

| traitement | O | PK/2 | autres (moyenne) |
|---------------|----|------|------------------|
| dessèchements | 41 | 37 | 55 |

Ce préambule étant établi venons-en aux effets des éléments majeurs :

- Essai 35

L'analyse statistique nous montre un effet P hautement significatif pour les surfaces terrières et les volumes et significatif pour les hauteurs ainsi qu'un effet K très hautement significatif. Il n'y a aucun effet N ni aucune interaction statistiquement perceptible.

- Essai 36

. On observe un effet dose très net de l'engrais PK.

. Le traitement NPK, qui semble nettement plus favorable que PK, est en réalité un traitement NPK à la fertilisation + PK après 6 ans. Ce traitement a montré, jusque sa refertilisation un comportement similaire à la fertilisation PK. Le complément de croissance obtenu par l'apport complémentaire, à 11 ans, de 30 g P_2O_5 + 30 g K_2O serait d'environ 60% du témoin soit près de 6 m³/ha-an supplémentaires.

. L'apport d'une dose supérieure de phosphore ou l'amendement calcique ne montrent ici aucun effet positif.

12 - La fertilisation de peuplements bien-venants

Il s'agit de deux essais voisins (37 et 38) implantés dans un peuplement sur plateau dont le sol est de type ferrallitique fortement désaturé remanié, jaune, formé sur alluvions anciennes fluviolacustres.

La fertilité de ce sol est considérée comme "moyenne" pour un plateau.

Ces deux essais se différencient uniquement par le mode de préparation originel du sol : sous-solage billonnage (37) et trouaison (38).

Ces deux essais, dont certaines parcelles se situent à l'extrême limite du plateau, n'ont pas été épargnés par la maladie du dessèchement de cime.

Tableau : Pourcentages de dessèchements de cime selon le type de fertilisation (âge : 8 ans ½).

| !fertilisation! | O | P | K | PK | NPK | 2NPK! |
|-----------------|----|----|----|----|-----|-------|
| ! essai 37 ! | 18 | 15 | 39 | 24 | 24 | 17 ! |
| ! essai 38 ! | 11 | 2 | 28 | 7 | 10 | 7 ! |

Fig. 25 ESSAI 37 7 ans 6 mois après fertilisation
(Age 12 ans)

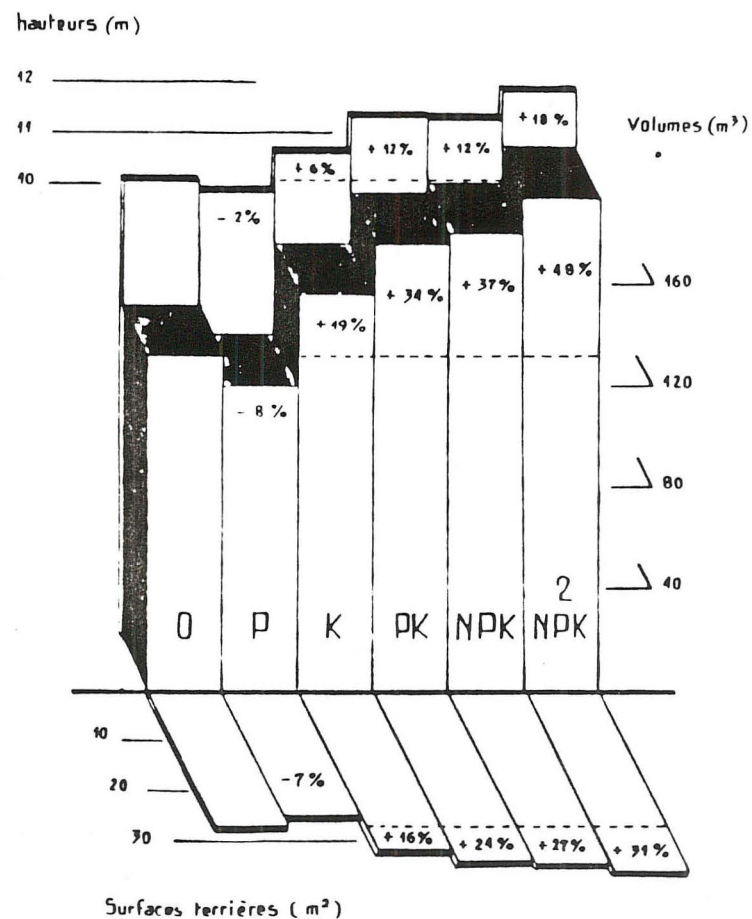
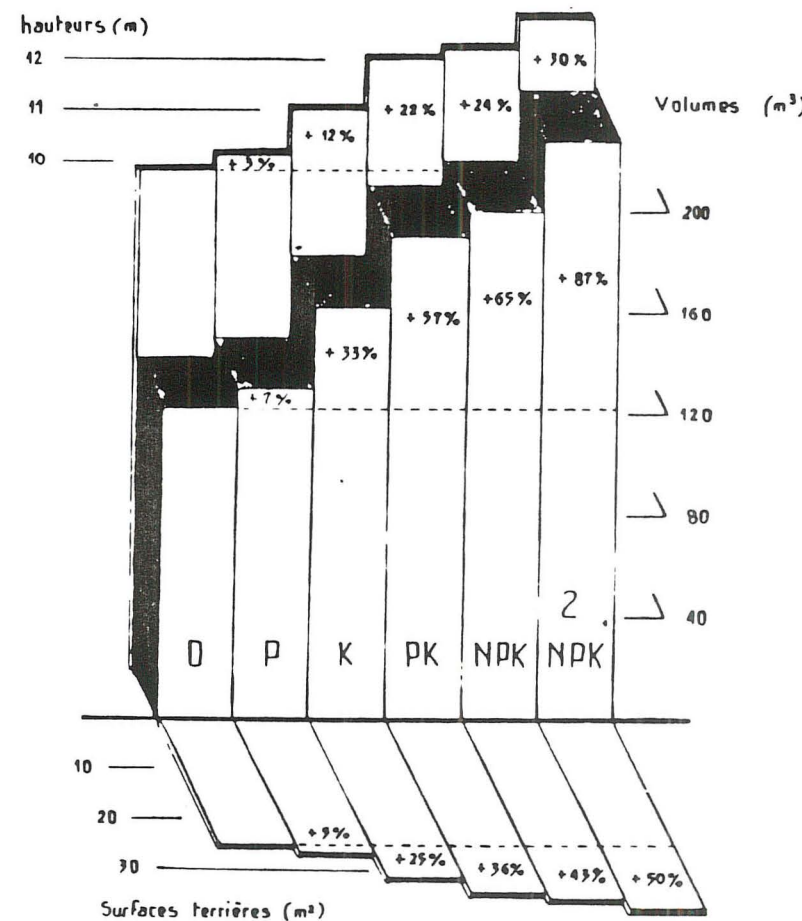


Fig. 26 ESSAI 38 7 ans 6 mois après Fertilisation



Age du peuplement = 12 ans

Ici encore, on peut constater l'effet positif de la fertilisation phosphatée sur la résistance du pin au dessèchement de cime ainsi que l'effet dépressif de l'apport de potasse.

On pourrait penser que les arbres, ayant reçu de la potasse, ont besoin de plus de Zn car ils ont à faire face à une augmentation substantielle de la croissance alors que l'apport de phosphate, ne modifiant en rien la pousse des arbres, n'augmente pas la demande en Zn.

Or, il n'en est rien, car comment expliquer alors que les arbres, ayant reçu une fertilisation complète (2NPK) et dont la croissance est fortement accélérée, ne présentent pas plus de symptômes de carence.

Il pourrait donc s'agir soit d'une immobilisation dans le sol (ou dans la plante?) du zinc suite à l'apport de potasse ou d'une augmentation de l'assimilabilité du zinc suite à la fertilisation phosphatée. Une étude plus poussée serait intéressante à mener.

Au moment de la fertilisation, les essais, âgés de 4 ans et demi, présentaient respectivement une hauteur moyenne de 315 cm (essai 37) et 274 cm (essai 38).

Tout comme dans les essais 35 et 36, la carence en zinc masque partiellement les effets de l'engrais. Ceci se marque surtout dans l'essai 37 qui, bien que plus grand au départ, montre une réponse à la fertilisation inférieure à l'essai 38 moins éprouvé par la maladie de dessèchement de cime.

Les résultats sont présentés schématiquement aux graphiques 25 et 26.

On constate :

- pas d'effet du phosphore seul
- un effet sensible de la potasse
- une interaction PK

- une légère amélioration de la production suite à l'apport d'azote (non significative)
- un effet dose NPK

13 - Récapitulation

Le graphique 27 montre la réponse comparative dans les 4 essais déjà étudiés, à la fertilisation PK et NPK.

Si dans l'essai 35 on constate une augmentation de volume insignifiante en raison des carences en zinc, par contre l'augmentation de la quantité de bois sur écorce dans les essais 36 et 37 est identique.

On pourrait en déduire que la fertilisation en cours de révolution de peuplements malvenants (à condition d'éliminer le facteur zinc) est aussi payante que la fertilisation de parcelles correctes.

Voyons le problème de plus près :

Tableau : Caractéristiques de l'arbre moyen à 12 ans
(+ 8 ans après fertilisation)

| | Essai 36 | | | Essai 37 | | |
|-------------------------------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| Fertilisation | O | PK | NPK | O | PK | NPK |
| Surface terrière (cm ²) | 68 | 116 | 136 | 152 | 181 | 187 |
| Circonférence (cm) | 29 | 38 | 41 | 44 | 48 | 49 |
| Volume (dm ³) | 21 | 43 | 53 | 73 | 95 | 98 |
| Valeur relative sur pied* | 46 | 193 | 276 | 438 | 665 | 706 |
| | - | 147 | 230 | - | 227 | 268 |

* Le graphique 28 nous montre la tendance du prix des bois de résineux sur pied en France. Celui-ci concerne les arbres de bonne rectitude et élagués. Cette tendance n'est actuellement pas applicable à Madagascar

en cours de révolution
(à 5 ans) de 4 peuplements =
2 sur sols de pentes
2 sur plateaux moyennement fertiles
7 ans et demi après fertilisation



mais il est vraisemblable que, dans l'avenir, le prix des bois malgaches suivra une évolution similaire si la sylviculture s'oriente vers la production d'arbres de qualité destinés à être, en partie, vendus sur le marché international.

Ce graphique nous montre que l'arbre de valeur 0 (celui dont le prix de vente bord de route est égal aux frais d'exploitation) a une circonférence comprise entre 30 et 40 cm.

Pour l'estimation de la valeur relative des produits présentée au tableau nous avons cependant (pour plus de clarté espérons-nous) pris l'hypothèse suivante : le prix du dm^3 de l'arbre de circonférence = 20 cm est égal à 0, le prix du dm^3 d'une tige de 50 cm de circonférence est égal à 10. Ce prix évoluant de façon linéaire.

On constate donc que pour un accroissement similaire en volume (46,5 m^3 pour l'essai 36 et 49 m^3 pour l'essai 37), il est préférable de fertiliser une plantation déjà bienvenante (le gain financier est de 17%). Il faut cependant noter que le traitement NPK de l'essai 36 a été refertilisé en 1981 et que par conséquent, il a montré un accroissement supérieur à celui gagné suite à la fertilisation initiale. Si l'on compare les traitements PK des 2 essais, on constate un gain supplémentaire de 54% en valeur monétaire ce qui milite en faveur de la fertilisation de plantations de bonne venue.

2 - FERTILISATION TARDIVE

Deux essais, seulement, ont été installés : 49 et 50. La fertilisation a été appliquée, à même le sol en amont de la raie de sous-solage, à l'âge de 8 ans sur un peuplement malvenant, sur pente, dont la hauteur moyenne était de seulement 2,20 m. Un complexe d'oligo-éléments a été apporté afin d'éliminer le facteur défavorable représenté par les dessèchements de cimes dus à la carence en Zn.

Hauteurs (m)

6

5

4

Fig. 29

ESSAIS 49 et 50

Caractéristiques
du peuplement
4 années
après refertilisation
(Age 12 ans)

30
Volumes sur
et sous écorce
(m³/ha)

20

10

4

Surfaces
terrières

8

m²/ha

10

O P1K1 P1K2 P1K3 P2K1 P2K2 P2K3 P3K1 P3K2 P3K3 P1K1 + P1K1

Les résultats, quatre années plus tard, sont présentés au graphique 29. Nous constatons un effet dose très marqué pour K et un effet dose relativement faible pour P. Ce dernier est d'ailleurs masqué quand la potasse est apportée à fortes doses (15 g de sulfate de potasse par plant).

Bien que des gains substantiels soient acquis, le peuplement, à ce stade est toujours non économiquement exploitable surtout en raison des fortes quantités d'engrais qui ont été apportées ($P_1K_3 = 74 \text{ Kg } P_2O_5 + 94 \text{ Kg } K_2O + 26 \text{ Kg } \text{nutramine}$ par hectare; densité 1300/ha).

Par ailleurs (essai 33) nous avons montré qu'en reboisant un sol sur pente avec une fertilisation starter convenable : 60 Kg P_2O_5 ; 46,4 Kg K_2O et 40 Kg $ZnCl_2$ par hectare, il était possible en 8 ans d'obtenir 80 m³ alors que le témoin absolu n'en produit que 10.

Il est fort douteux que les meilleures parcelles des essais 49 et 50 puissent produire une cinquantaine de mètres cubes d'ici 4 ans. Il semble donc logique de conseiller ce qui suit.

Des plantations présentant d'aussi mauvaises croissances sont soit à abandonner soit à reboiser avec de meilleures techniques et des plants sélectionnés.

3 - REFERTILISATION EN COURS DE REVOLUTION

L'essai 42 a été implanté dans un peuplement sur sol ferrallitique fortement désaturé, typique, induré, formé sur alluvions anciennes fluviolacustres.

La fertilisation de départ, pour une densité de 1110 plants/ha a été de :

- 42,2 Kg P_2O_5
- 26,6 Kg K_2O
- 84,4 Kg CaO
- 24,4 Kg MgO

par hectare.

Malgré cette fertilisation de départ, la croissance s'est montrée assez moyenne ce qui classe le sol dans le type des plateaux d'assez mauvaise fertilité.

La seconde fertilisation a été apportée à 9 ou à 10 ans en surface autour des plants aux doses suivantes :

PK : $\left\{ \begin{array}{l} 26,6 \text{ Kg } K_2O \\ 75,5 \text{ Kg } P_2O_5 \\ 107,7 \text{ Kg CaO par hectare} \end{array} \right.$

N : et l'azote à la dose de 10 Kg/ha.

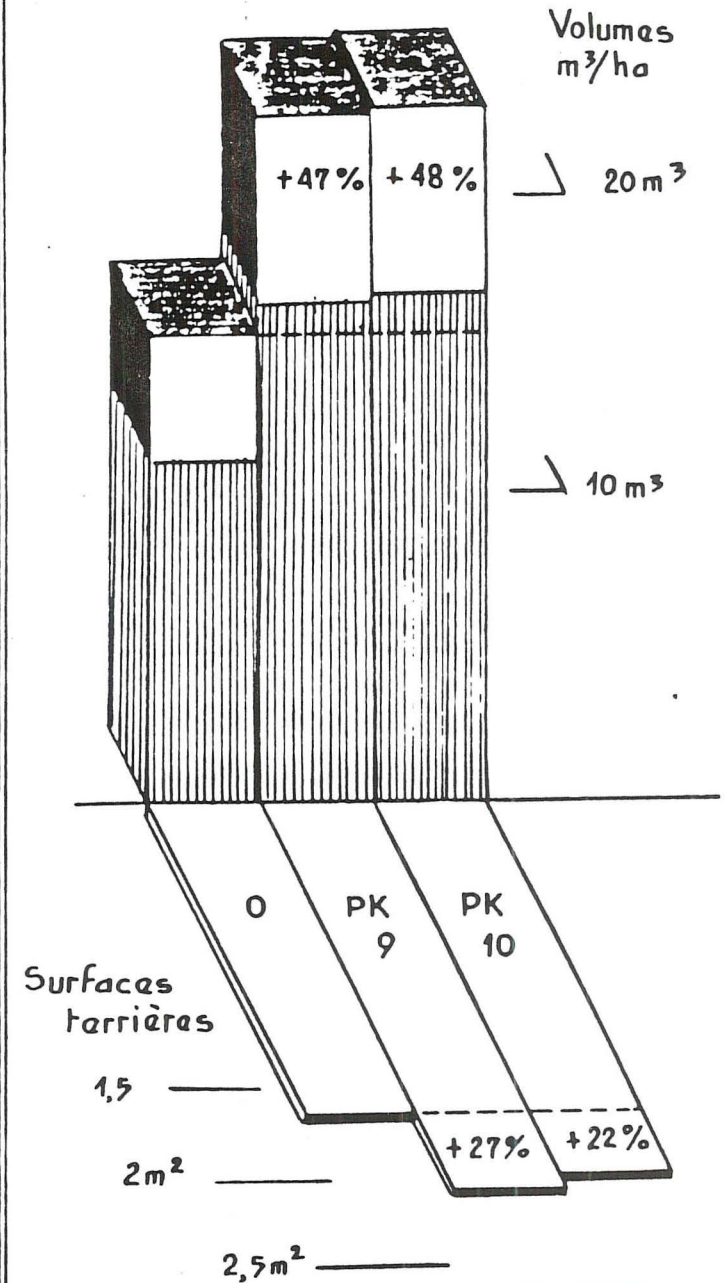
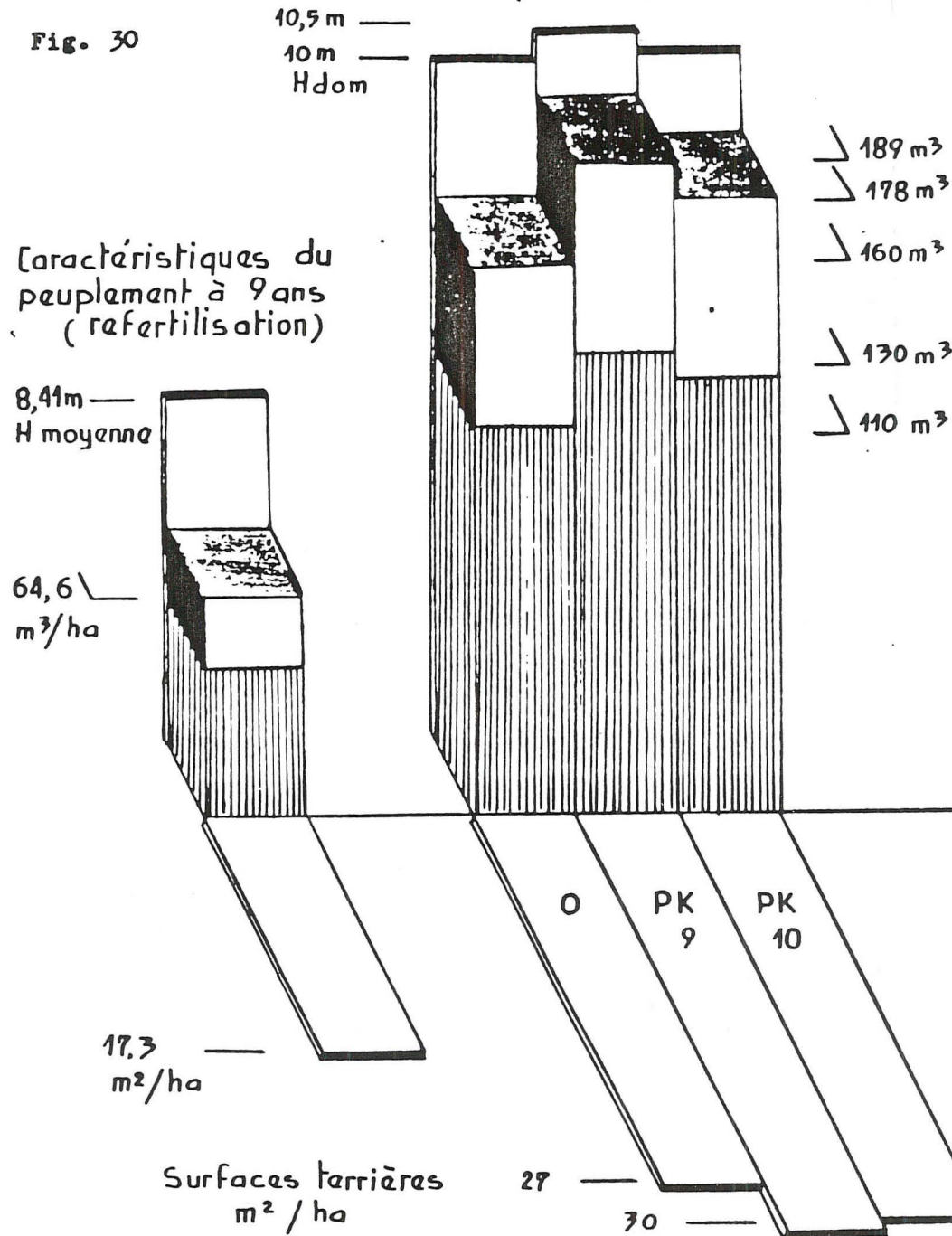
L'influence de l'Azote n'étant pas sensible, nous avons regroupé les trois traitements PK 9, NPK 9 et PK 9 + N 10 (le chiffre indiquant l'âge au moment de l'apport).

Les résultats synthétiques sont présentés au graphique 30.

L'analyse de la covariance nous montre un effet hautement significatif de la fertilisation sur les accroissements en surface terrière et en volume et aucun effet sur la croissance en hauteur dominante.

Les accroissements au cours des 5ème et 6ème années suivant la fertilisation sont identiques : 22% en surface terrière de plus que le témoin pour PK 10 et 27% de plus pour PK9. Un gain de 47% en volume s'observe pour les 2 dates de fertilisation. Ce fait confirme le fait qu'il est inutile, si l'on a décidé de refertiliser, d'attendre avant d'appliquer

Fig. 30



les engrais et qu'il est même souhaitable d'apporter ceux-ci le plus tôt possible.

Dans le cas présent, la fertilisation à 9 ans a apporté un accroissement annuel moyen supplémentaire, entre 9 et 15 ans, de 5 m³/ha-an. Or, la quantité de potasse apportée a été relativement faible, ce qui se confirme par les symptômes de carence (teinte des aiguilles) visibles dans tout l'essai. Une fertilisation mieux équilibrée aurait certainement donné des résultats plus spectaculaires.

Actuellement le coût d'une telle fertilisation apportant 278 Kg d'engrais par hectare est de 56.000 FMG environ. Le prix du mètre cube supplémentaire acquis après 6 ans suite à cette fertilisation serait donc de 1.900 FMG ce qui est encore au-dessus du cours du bois sur pied sur le marché local. Dans l'avenir, si la différence d'accroissement suite à la fertilisation se maintient, on verra baisser le coût du mètre cube supplémentaire.

PÉRIMÈTRE DE LA
HAUTE-MATSIATRA

1 - ESSAIS DE FERTILISATION EN COURS DE REVOLUTION SUR
PINUS PATULA.

Deux essais ont été installés :

- le premier, dans le périmètre d'AMBATOVAKY - essai 8 - sur une plantation malvenante âgée de 3 ans, hauteur moyenne 1,3 m, plantée à la densité de 1.300 pieds/hectare;
- le second - essai 9 - sur un reboisement du périmètre d'AMBALA-KINDRESY peu productif âgé de 5 ans, hauteur moyenne 4 m, planté à la densité de 2.000 plants/hectare.

Les sols des deux essais sont des sols ferrallitiques jaunes très acides supportant une végétation préexistante à base essentiellement de Loudetia et Hélychrysum avec des fougères et/ou des Philippia selon les endroits.

Les 6 tests en vase de végétation (2 pour l'essai 8 et 4 pour l'essai 9) montrent tous une carence très grave en phosphore, une carence moyenne (2/6) à grave (4/6) en potasse.

Les carences en calcium sont moyennes à faibles à Ambatovaky et variables (faibles à très graves selon les endroits) à Ambalakindresy.

Le Mg, le S, les oligo-éléments ainsi que l'azote ne semblent pas poser de problème : ils sont peu ou pas déficients.

Le protocole teste 10 traitements avec 3 répétitions.

| Traitements | Engrais g/plant | Essai 8 Kg/ha | Essai 9 Kg/ha |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 Témoin | | | |
| 2 Sarclage | | | |
| 3 P | 52 g P_2O_5 | 67,6 | 104,0 |
| 4 PK | (3)+ 24g K_2O | (3) + 31,2 | (3) + 48,0 |
| 5 NPK | (4)+ 10 g N | (4) + 13,0 | (4) + 20,0 |
| 6 NPK ¹ | 16 N+33 P_2O_5 +24g K_2O | 20,8 N+42,9 P_2O_5 + 31,2 K_2O | 32 N+60 P_2O_5 +48 K_2O |
| 7 2 P | double du traitement 3 | | |
| 8 2 PK | " " | " 4 | |
| 9 2 NPK | " " | " 5 | |
| 10 2 NPK ¹ | " " | " 6 | |

11. Essai 8

Les résultats, depuis l'origine, sont présentés au graphique 31.

Il faut noter que les valeurs reportées sur les graphiques sont les données réelles observées et non les données ajustées suite à l'analyse de covariance.

Celle-ci nous montre, dès 6 mois après la fertilisation, deux groupes de traitements (d'après les hauteurs) :

- le premier groupe comprend 2P, Sarclage, P et Témoin.

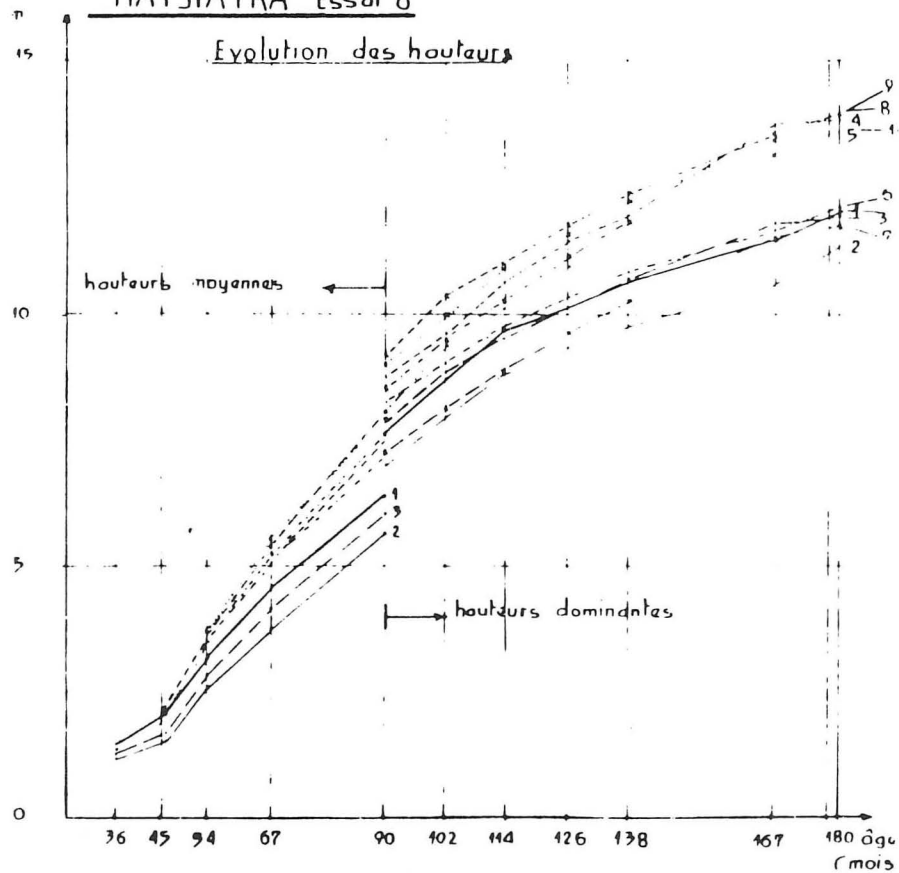
Ces traitements ne se différencieront pas dans le temps et resteront strictement égaux jusqu'en 1983 quelque soit le caractère étudié : hauteur dominante, surface terrière ou volume.

- le second groupe comprend les fertilisations PK et NPK.

Dès 1976, donc 4 ans et demi après la fertilisation, l'étude des surfaces terrières permet de diviser ce groupe en 2 en fonction

Fig. 31

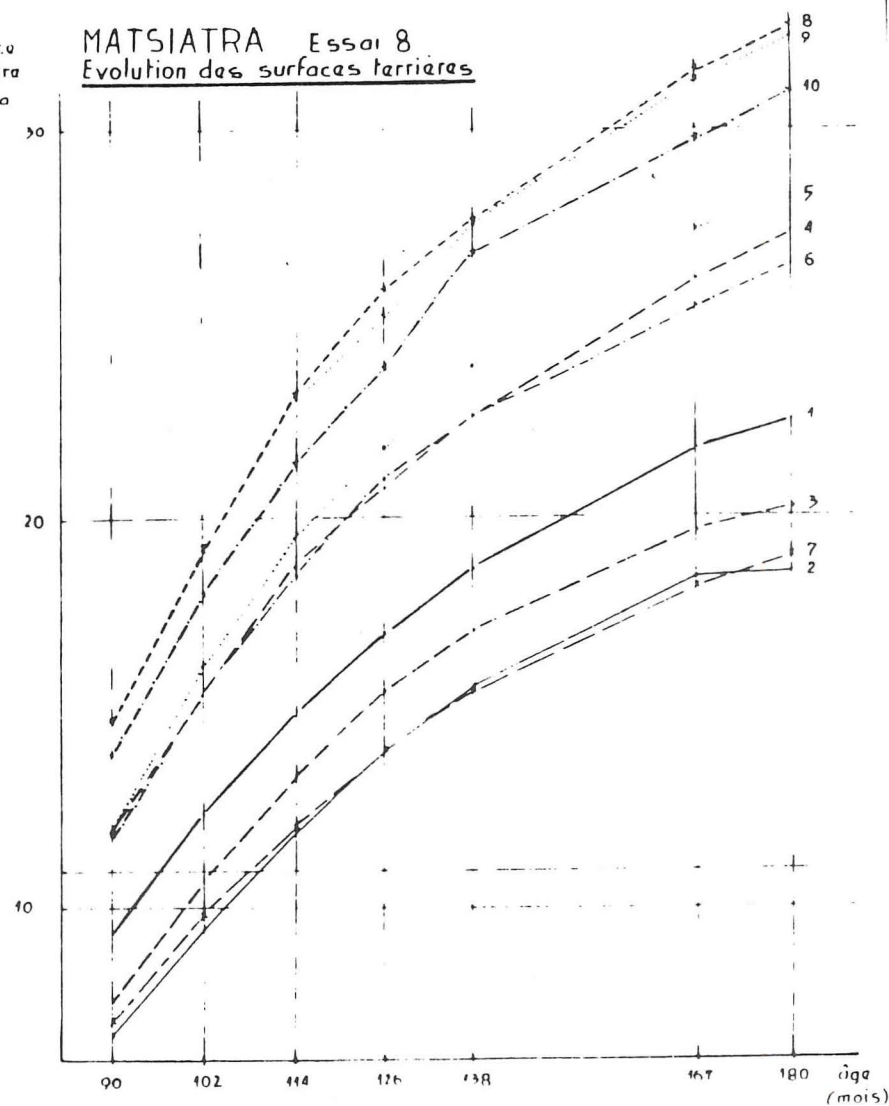
MATSIATRA Essai 8



- 1 Témoin
2 Sarcloge
3 P (52 g P_2O_5 /plant)
4 PK (32 g P_2O_5 + 24 g K_2O)
5 NPK (10 g N + 52 g P_2O_5 + 24 g K_2O)
6 NPK (16 g N + 33 g P_2O_5 + 24 g K_2O)
(11-22-16)

DENSITE 1300 plants / ha

- 7 2P (104 g P_2O_5)
8 2PK (104 g P_2O_5 + 48 g K_2O)
9 2NPK (21 g N + 104 g P_2O_5 + 48 g K_2O)
10 2NPK (32 g N + 66 g P_2O_5 + 48 g K_2O)
(11-22-16)

Surface
terrière
 m^2/ha MATSIATRA Essai 8
Evolution des surfaces terrières

de la dose d'engrais. Le classement n'a pas changé ^{quelque} cette date.

Nous remarquons donc :

- le sarclage seul (effectué une seule fois autour des plants - il s'agit du travail du sol réalisé en même temps que la fertilisation dans les autres traitements afin d'enfouir l'engrais) n'a aucun effet, ce qui en ^{quelque} sorte est logique puisque ce traitement n'a pas éliminé totalement la concurrence herbacée.
- la fertilisation phosphatée seule n'apporte aucune amélioration.
- la fertilisation phosphopotassique s'avère très efficace et l'effet dose est très sensible.

Malheureusement, il est impossible de mettre en évidence l'effet du phosphore. Il est cependant vraisemblable que l'on observe un synergisme entre P et K.

- l'apport d'azote n'augmente pas la production, on assisterait même à un léger effet dépressif (mais non significatif).

12. Essai 9

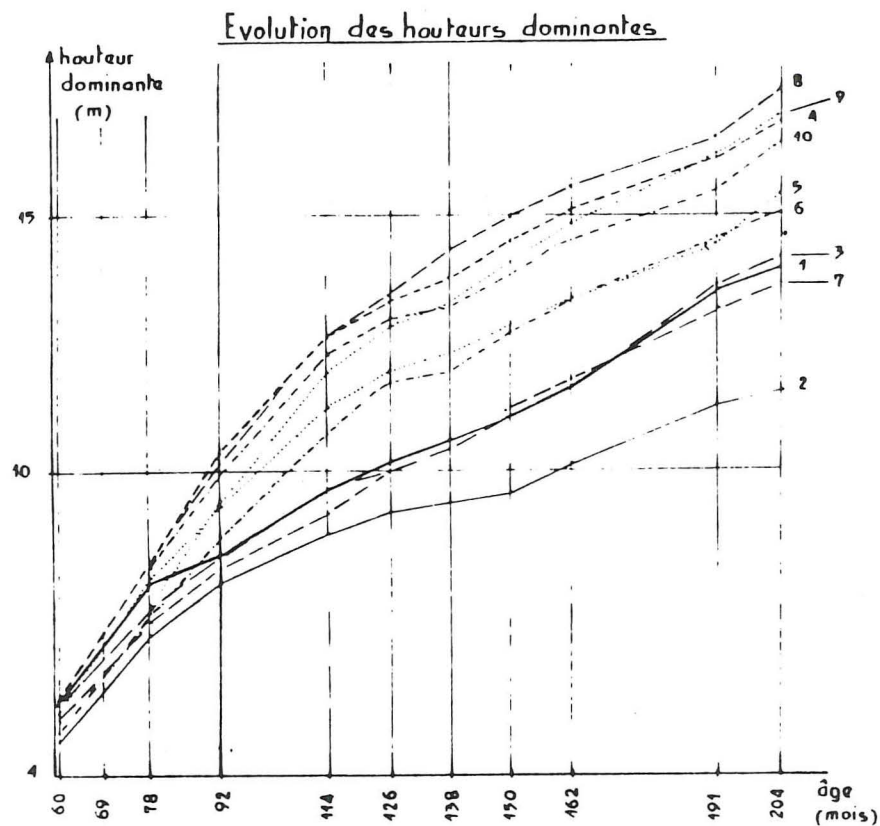
Les résultats de cet essai (valeurs observées) sont présentés au graphique 32.

Dès le neuvième mois suivant la fertilisation, l'analyse de covariance permet de différencier les fertilisations PK et NPK des traitements suivants : témoin, témoin sarclé et fertilisation phosphatée.

En 1983, on retrouve, en ce qui concerne les surfaces terrières, les mêmes groupes de traitements que dans l'essai 8.

Il faut cependant remarquer ici que l'azote apporté à plus de 20 g par plant semble avoir de l'effet : les traitements 9 et 10 (NPK) montrent en surface terrière 9% de plus que le traitement 8 (PK).

Fig. 32 MATSIATRA Essai 9



1 Témoin

2 Sarclage

3 P(52g P_2O_5 /plant)

4 PK(52g P_2O_5 + 24g K_2O)

5 NPK(10g N + 52g P_2O_5 + 24g K_2O)

6 NPK (16g N + 33g P_2O_5 + 24g K_2O)
(11-22-16)

DENSITE 2000 plants / ha

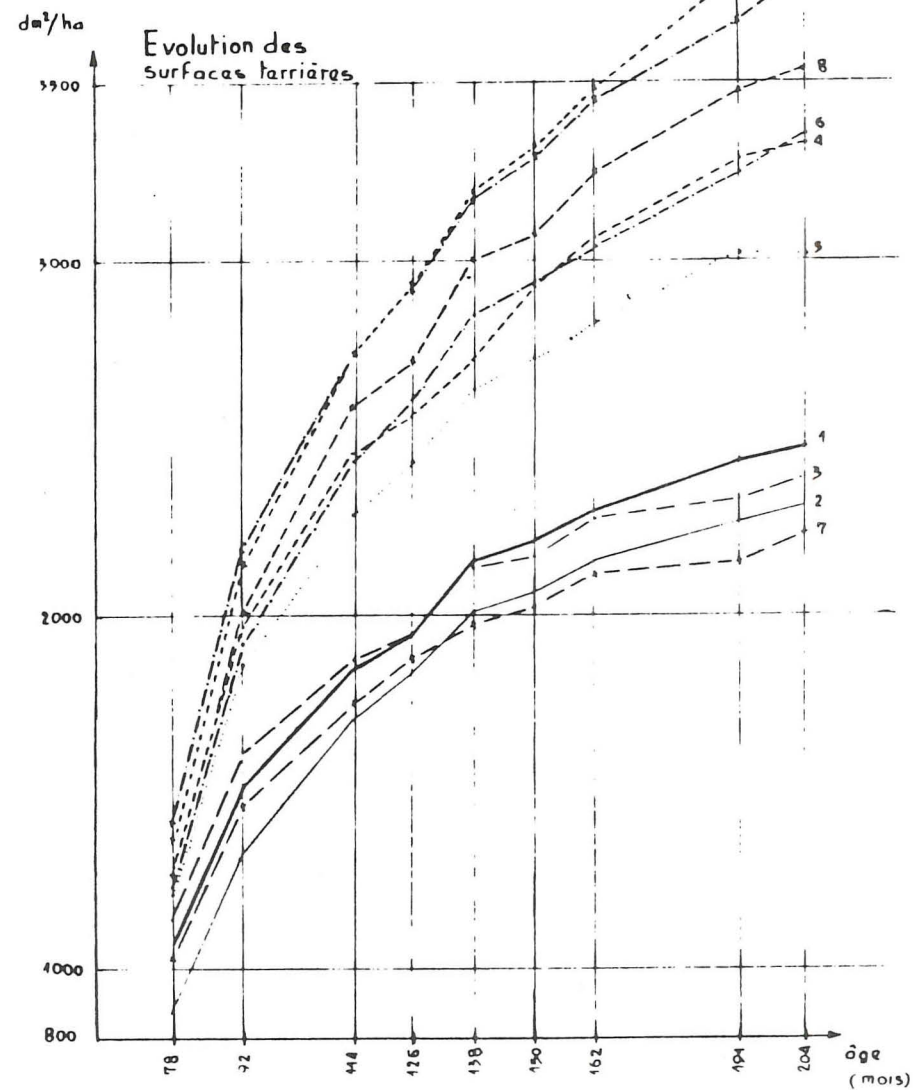
7 2P(104g P_2O_5)

8 2PK(104g P_2O_5 + 48g K_2O)

9 2NPK (21g N + 104g P_2O_5 + 48g K_2O)

10 2NPK (32g N + 66g P_2O_5 + 48g K_2O)
(11-22-16)

MATSIATRA Essai 9



13. Synthèse

Avant de comparer les deux essais rappelons :

- la densité est de 1.300/ha dans l'essai 8 contre 2.000 plants par hectare dans l'essai 9.
- la fertilisation a été apportée à 3 ans dans l'essai 8, à 5 ans dans l'essai 9.
- la quantité de fertilisants apportée dans l'essai 8 est, à l'hectare, de seulement 65% de celle apportée dans l'essai 9.

Néanmoins, l'évolution des volumes totaux sur écorce (voir graphique 33) des témoins nous montre une assez grande similitude entre les deux essais (seulement 7% de plus pour l'essai 9 à l'âge de 15 ans).

Les courbes de réponse à la fertilisation PK ou 2 PK de l'essai 8 sont inférieures à celles de l'essai 9.

Ceci peut s'expliquer par la différence de quantité de fertilisants mais aussi, conjointement je pense, par le fait qu'en raison de la faible densité de plantation, les jeunes pins (1,3 m de haut pour un écartement de 2,8 m) ont eu à souffrir de la concurrence herbacée et arbustive pendant un temps assez long (au moins 2 saisons des pluies après la fertilisation) ce qui a retardé partiellement la réponse à l'apport d'engrais. Dans l'essai 9 par contre le couvert étant presque fermé (hauteur 4m et écartement 2,3m) les plants ont profité pleinement et immédiatement de la fertilisation.

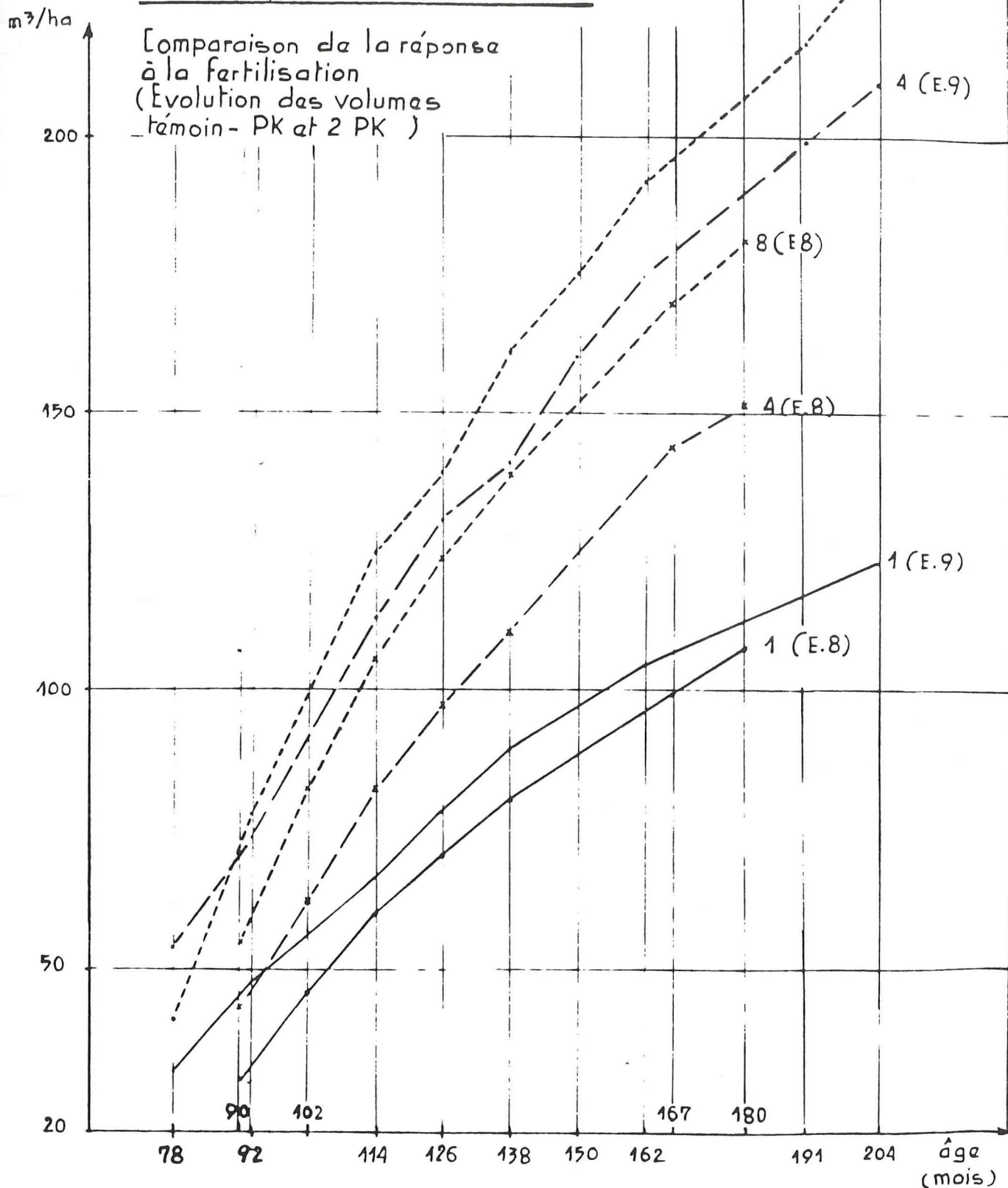
Bien que tous les facteurs mentionnés ci-dessus n'aient pas été testés ou contrôlés, cet essai militerait en faveur d'une élimination totale de la végétation adventice avant la fertilisation.

Il apparaît en outre que la fertilisation phosphopotassique est très efficace. On assiste à un effet dose marqué. L'action de la fertilisation azotée (en plus de PK) est mitigée : quasi nulle dans l'essai 8 et très positive dans l'essai 9 pour des doses de plus de 40 Kg d'azote par hectare.

Fig. 33

MAHATSIATRA Essais: 8 et 9

Comparaison de la réponse
à la fertilisation
(Évolution des volumes
témoin - PK et 2 PK)



2 - LES ESSAIS D'ECLAIRCIE21. Eclaircies

Le protocole prévoyait les traitements suivants :

T.0 - Témoin

T.1 - Témoin élagué sur 7m

T.2 - Eclaircies fortes :

| | |
|--------|-----------|
| 7 ans | 750 tiges |
| 13 ans | 400 " |
| 20 ans | 200 " |

T.3 - Eclaircies modérées :

| | |
|--------|-------------|
| 7 ans | 1.000 tiges |
| 10 ans | 800 " |
| 13 ans | 600 " |
| 17 ans | 400 " |
| 20 ans | 200 " |

T.4 - Eclaircie papetière ramenant la densité à 1.200/ha à 7 ans.

Malheureusement, faute de moyens, l'éclaircie prévue à 17 ans dans le traitement 3 n'a pu être réalisée à cette date. Celle-ci a donc été retardée de 2 ans. Elle a été effectuée en 1982 à l'âge de 19 ans.

Volumes totaux sur écorce (m³/ha)

| | T.0 | T.1 | T.2 | T.3 | T.4 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ! Octobre 1982 ! | | | | | |
| !- bois sur pied ! | 510 | 479 | 311 | 250 | 475 |
| !- éclaircie ! | | | | 91 | |
| !----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ! Novembre 1983 ! | | | | | |
| !- bois sur pied ! | 539 | 510 | 202 | 268 | 506 |
| !- éclaircie ! | | | 139 | | |
| !----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ! Accroissements ! | 29 | 31 | 31 | 18 | 31 |
| !----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

| ! | ! | T.0 | T.1 | T.2 | T.3 | T.4! | |
|---|-----------------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| ! | ! | | | | | ! | |
| ! | Volumes totaux cu- | ! | | | | ! | |
| ! | mulés (éclaircies + | ! | 554 | 526 | 501 | 464 | 541! |
| ! | chablis) depuis l' | ! | | | | | ! |
| ! | origine | ! | | | | | ! |
| ! | ! | ! | | | | | ! |
| ! | Volume de l'arbre | ! | 346 | 319 | 1.010 | 672 | 440! |
| ! | moyen (dm3) sur pied! | ! | | | | | ! |
| ! | ! | ! | | | | | ! |
| ! | Densité actuelle | ! | 1.559 | 1.596 | 200 | 399 | 1.150! |

- Ce tableau nous montre que l'éclaircie papetière n'occasionne pas de perte de production totale mais augmente de façon sensible le volume individuel des arbres restants : + 32%.

Cette opération accroît sans conteste et à faible prix (surtout si elle est effectuée tôt, vers l'âge de cinq ans) la valeur du peuplements.

- L'éclaircie modérée, réalisée au début 1983, a eu un effet néfaste sur la croissance ultérieure du peuplement : l'accroissement annuel courant est tombé de 31 m³/ha à 18 m³. Ce phénomène ne s'était pas observé lors des éclaircies antérieures (ou était beaucoup moins marqué). Ceci aurait tendance à montrer que plus on éclaircit tôt moins on occasionne de dégâts au peuplement survivant : les risques de dégâts étant proportionnels au volume individuel des arbres exploités.

La modération dans les éclaircies ne semble pas trop bénéfique : en effet ce traitement montre la plus faible production totale.

Néanmoins, ce type d'éclaircies a permis de doubler le volume individuel par rapport au témoin. Tous les arbres restant sont dans la catégorie des sciages.

- les éclaircies fortes ont produit un volume à peine inférieur aux témoins mais avec des arbres d'une qualité infiniment supérieure.

Les arbres exploités, lors de la troisième éclaircie, montraient un volume moyen de près de 700 dm³ (plus que le volume moyen des arbres restant après 4 éclaircies modérées) et l'arbre moyen sur pied présente un volume supérieur au m³ soit 3 fois plus que l'arbre moyen du témoin.

Les éclaircies fortes et précoces sont donc à préconiser en vue de l'obtention rapide de sciages.

Il faut toutefois noter qu'à l'éclaircie il faut ajouter les dépenses de l'élagage artificiel pour obtenir un bois d'une qualité technologique optimale.

22. Analyse de cernes

Nous avons en outre effectué quelques analyses de cernes afin de mieux appréhender les effets de l'éclaircie.

Ces analyses ont porté sur des rondelles prélevées à 1,30 m sur 12 arbres provenant de l'éclaircie dans les parcelles rouges (éclaircies fortes) en novembre 1983 et sur 5 arbres d'un peuplement non éclairci et n'ayant pas encore eu de chablis.

Les résultats sont présentés aux graphiques 34 à 39 .

Dans tous les cas, on remarque que l'accroissement en diamètre chute brutalement entre 4 (parcelle 8 de Sanga-Sanga) et 6 ans. En ce qui concerne l'accroissement en surface terrière, celui-ci est maximum à l'âge de 5 ans et diminue brutalement la sixième année. La première éclaircie devrait donc avoir lieu dès l'âge de 5 ans. Tout retard occasionne une perte de production individuelle importante.

Le témoin, par exemple, nous montre à 5 ans une surface terrière bois (sous écorce) moyenne de 92 cm². A 7 ans, elle est de 146 cm²

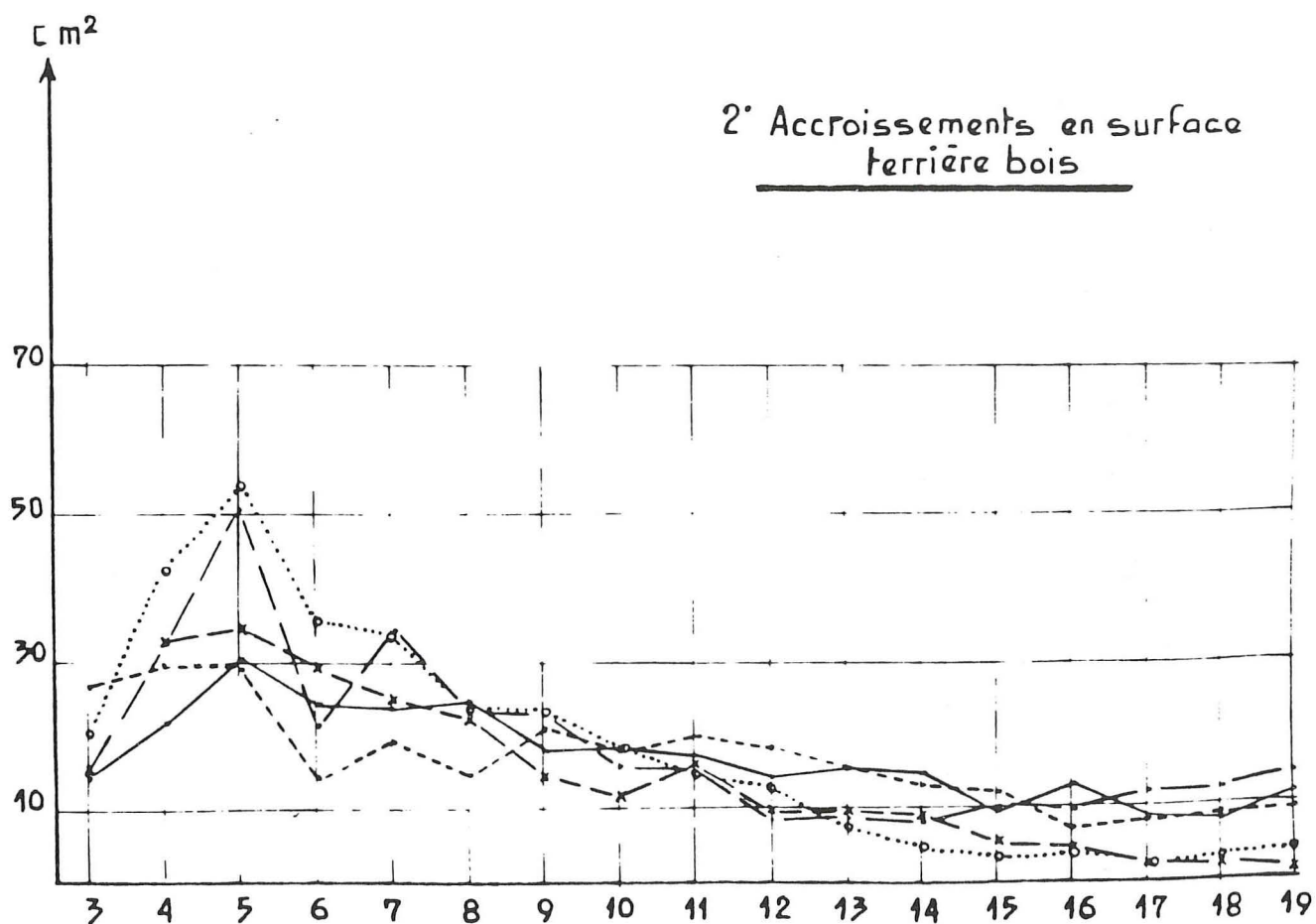
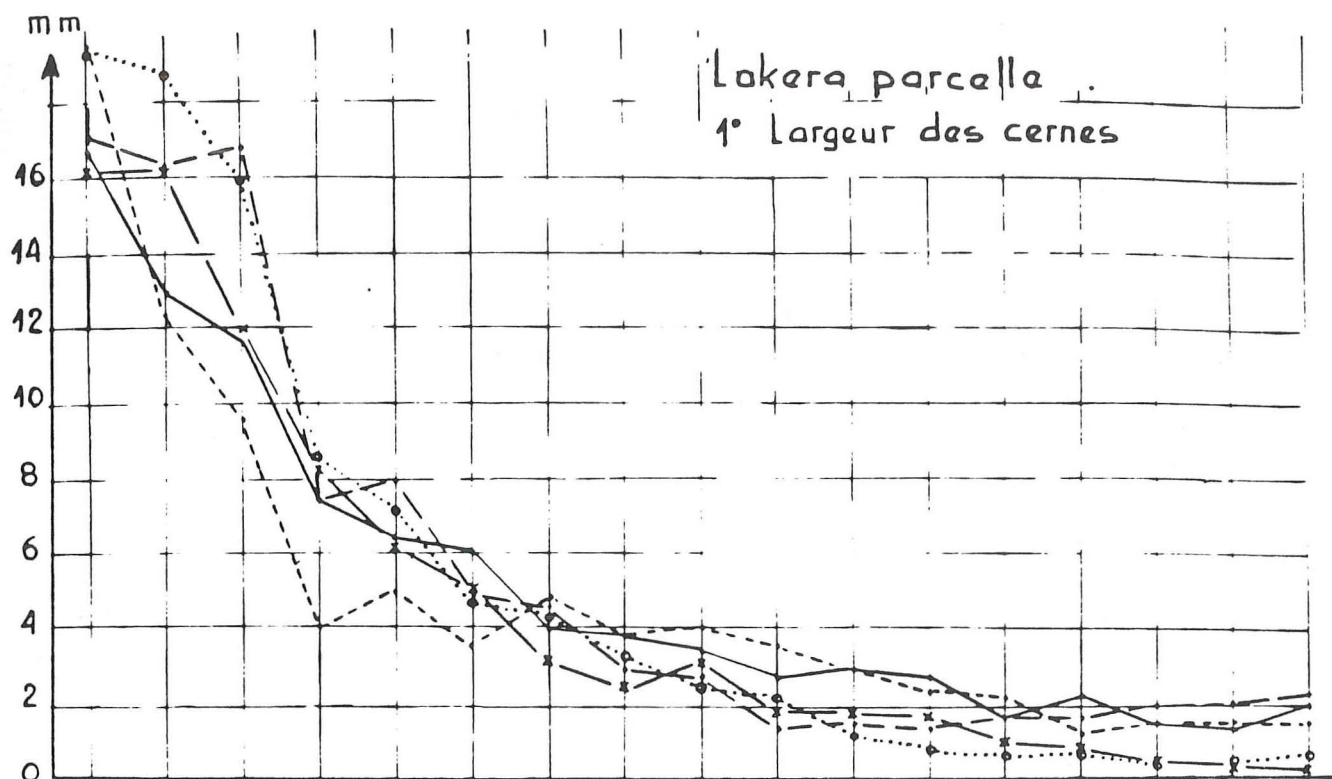
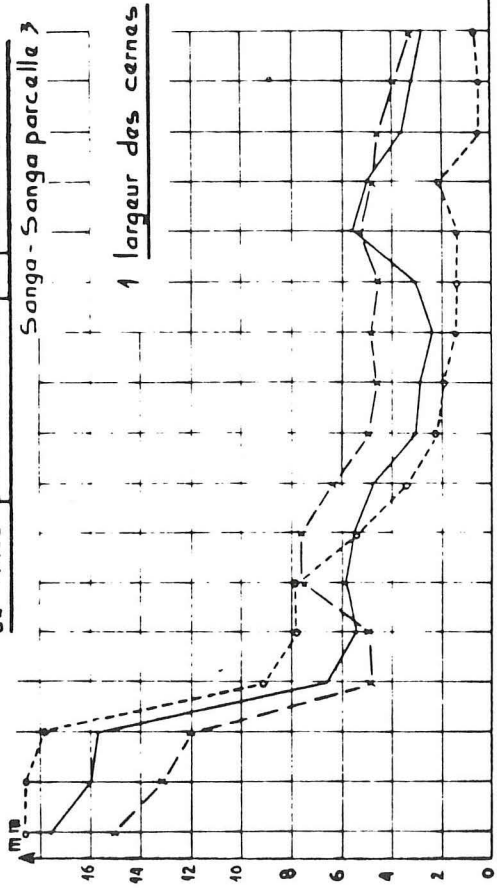


Fig. 36

Croissance en rayon et en surface arrière
du Pinus patula dans un peuplement éclairci



2. Accroissements en
Surface arrière bois

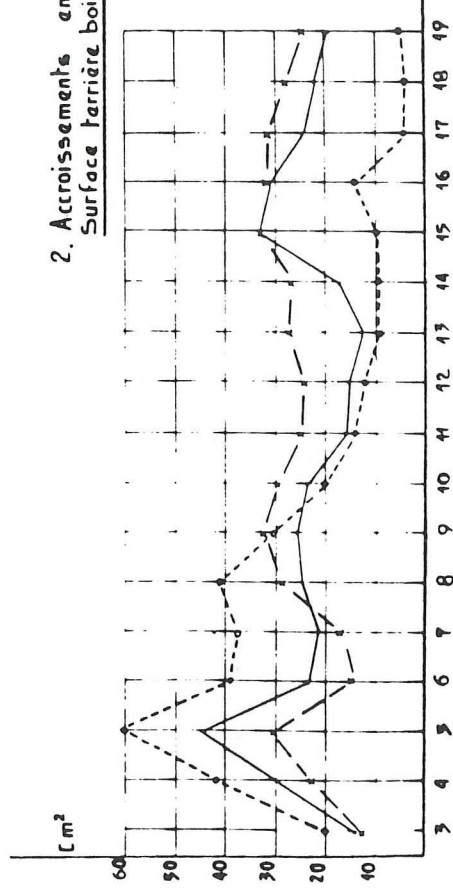
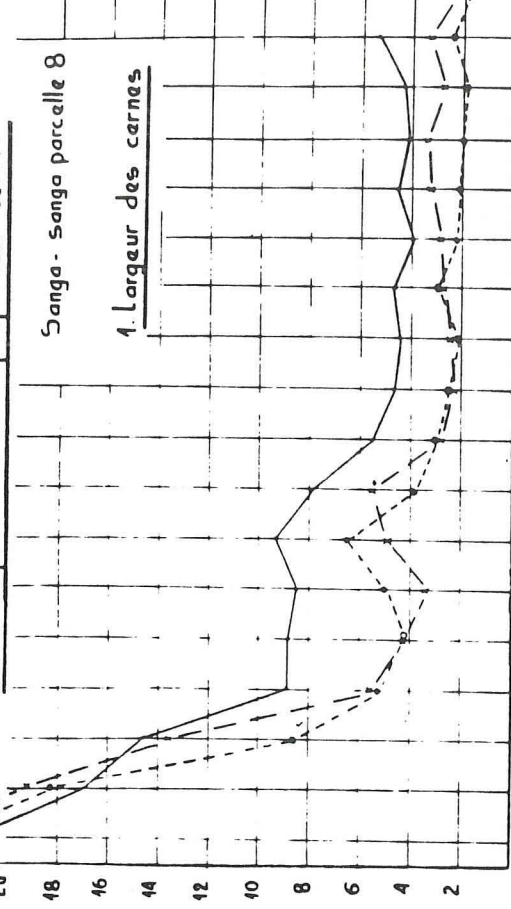


Fig. 35

Croissance en rayon et en surface arrière
du Pinus patula dans un peuplement éclairci



2. Accroissements en
Surface arrière bois

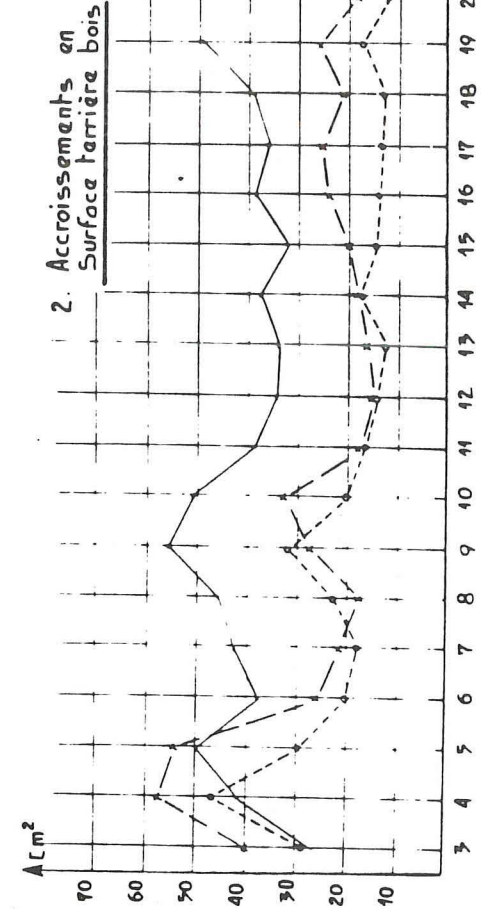


Fig. 37

Croissance en rayon et en surface terrière
du *Pinus patula* dans un peuplement éclairci

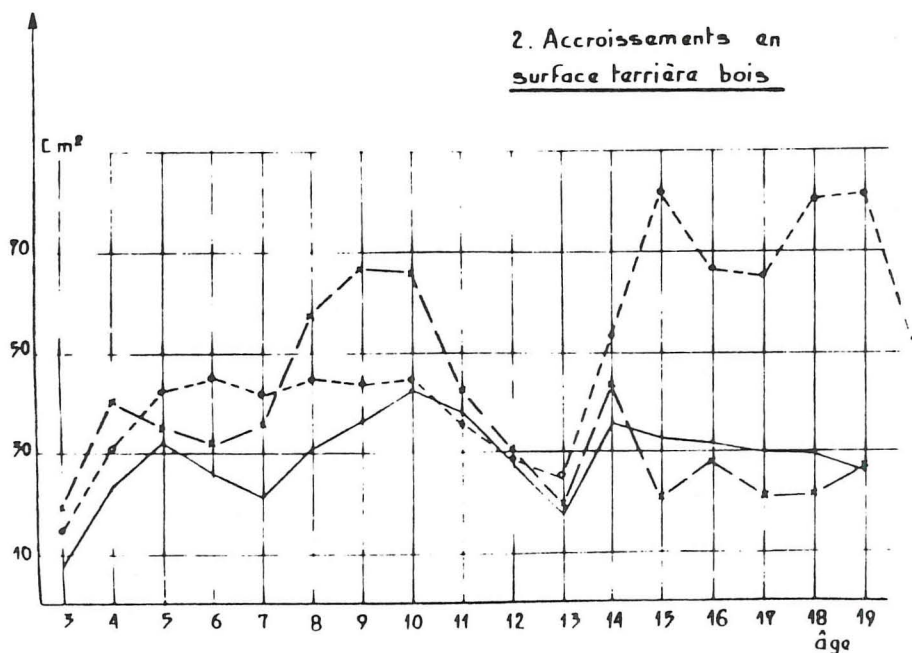
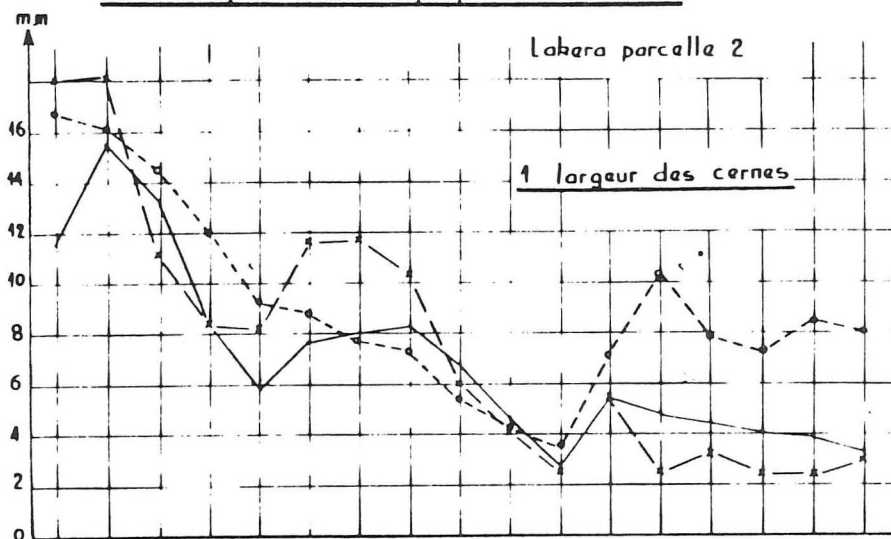
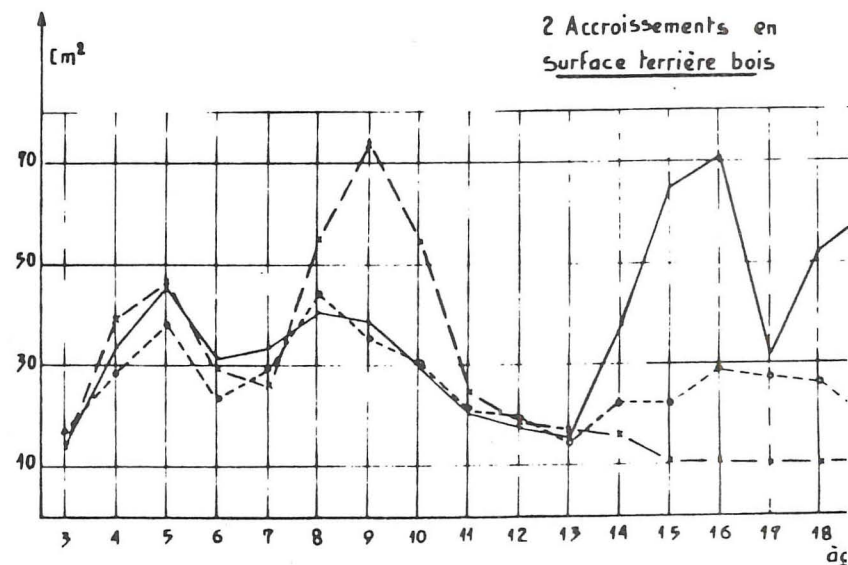
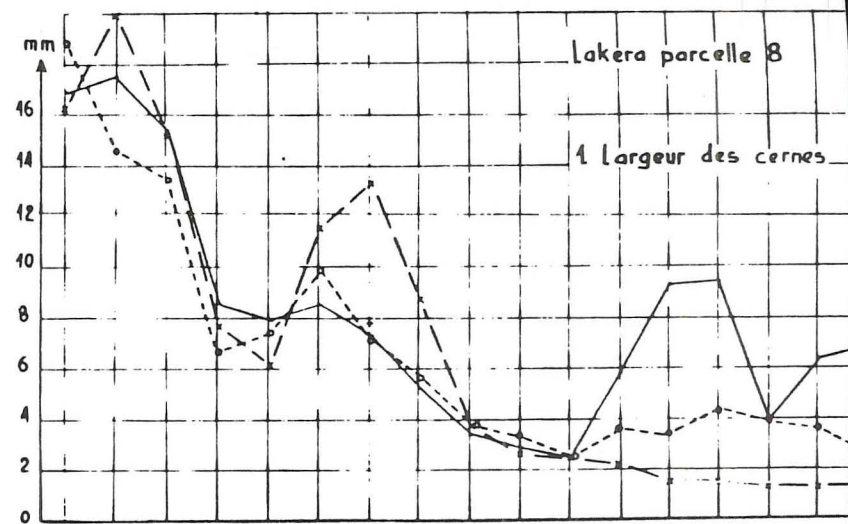


Fig. 38

Croissance en rayon et en surface terrière
du *Pinus patula* dans un peuplement éclairci



malgré la chute d'accroissement qui est intervenue la sixième année. Et à 19 ans, la surface terrière moyenne est de 293 cm². En 12 ans donc, l'arbre a produit, en surface terrière, la même quantité que dans les 7 premières années de sa vie.

Pour les autres parcelles, on constate une production individuelle moyenne soutenue dans le temps (et pourtant les échantillons proviennent des arbres ôtés en éclaircie). Cependant, on remarque une grande variabilité de réponse à l'éclaircie tant entre arbres qu'entre interventions pour un arbre donné.

Les arbres qui répondent bien à l'éclaircie montrent une durée de réponse de 3 ou 4 ans.

Certains ne présentent même aucune réaction suite à l'intervention.

Ceci montre la difficulté qu'il y a de doser les éclaircies afin d'obtenir des accroissements en rayon réguliers (nécessaires à l'obtention d'un bois homogène).

Fig. 39

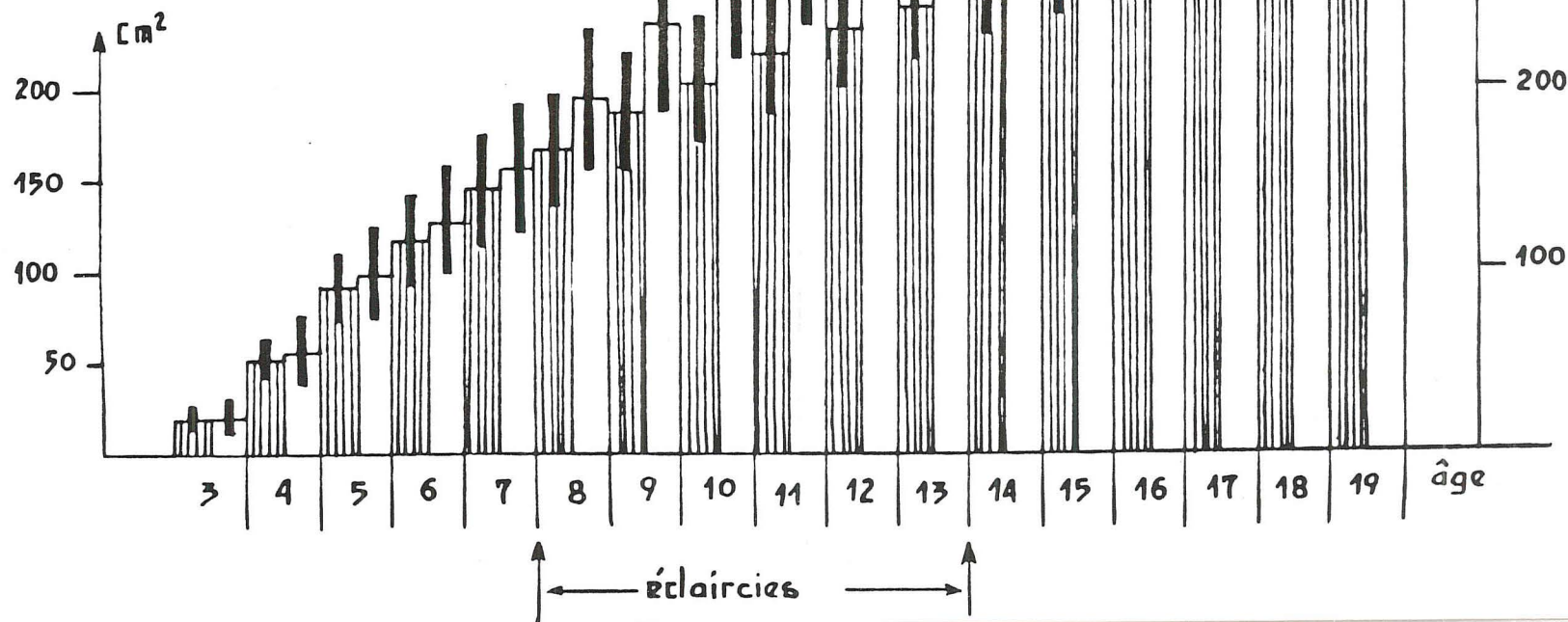
1° Evolution des surfaces terrières sous écorce
dans un peuplement jamais éclairci
même naturellement



2° d'un échantillon d'arbres ôtés en troisième éclaircie
(1^{re} éclaircie 7 ans → 750 pieds/ha)
(2^e éclaircie 13 ans → 400 pieds/ha)
(3^e éclaircie 20 ans → 200 pieds/ha)



un bâtonnet --- = 2 x écart-type



La Recherche forestière malgache, s'est vue confier tous les problèmes d'amélioration génétique des peuplements forestiers. Ces problèmes seront en partie résolus, lorsque les meilleures provenances des espèces les mieux adaptées aux conditions écologiques de chacune des régions concernées par le développement, (reboisement de production ou de protection), seront déterminées et que la recherche aura fourni les moyens les plus efficaces de les reproduire (graines sélectionnées ou plants multipliés végétativement).

Les thèmes de recherches confiées au C.T.F.T, par le Département des Recherches Forestières et Piscicoles portent sur les Eucalyptus, sur le suivi des essais Pins installés par le C.T.F.T. et peuvent se classer en trois catégories :

- Etude des introductions d'espèces
- Etude des provenances
- Etude de la reproduction végétative.

1- Etude des introductions d'espèces

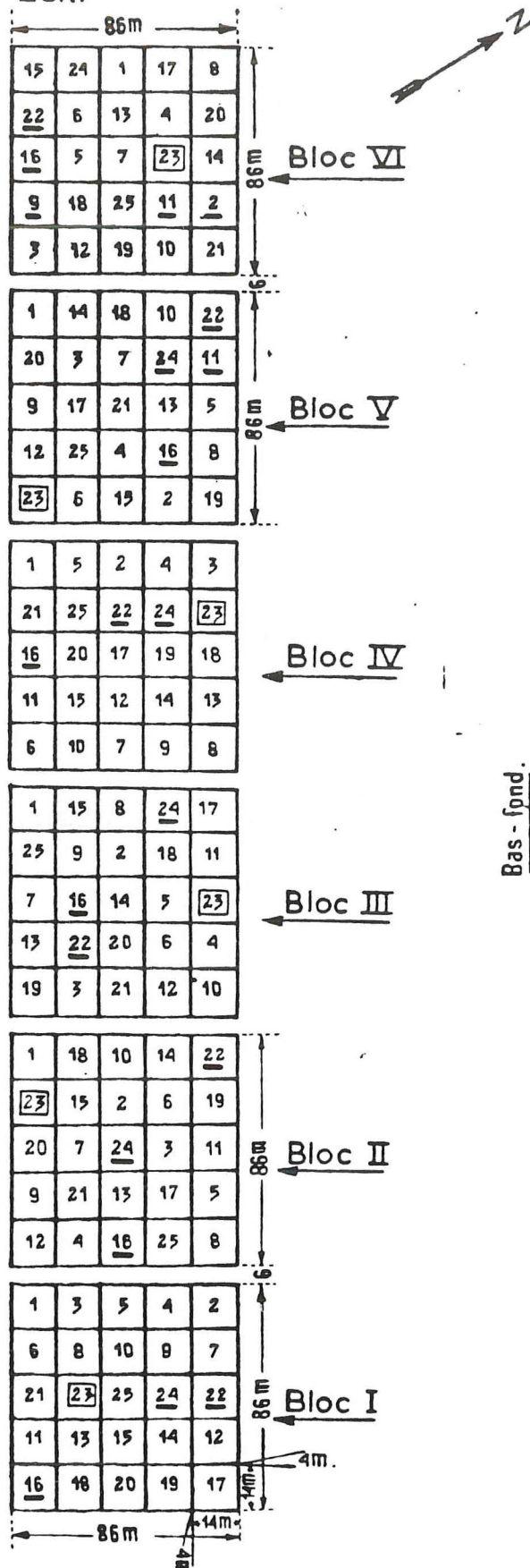
211- Les Eucalyptus Parmi les essais installés, l'essai n°25 à Ambodimandresy est le seul qui permet une analyse statistique satisfaisante. Cet essai n'a pu être mesuré qu'au mois de décembre. L'analyse des hauteurs, surfaces terrières et taux de survie sera faite au début de l'année 1984.

212- Les Pins L'essai comparatif de Pins (voir tirage essai n°25) a 10 ans, il a été mesuré en hauteur en avril-mai et en circonférence à 1,30 m en août 1983. Le dispositif utilisé est un lattice carré équilibré. Il a paru intéressant d'analyser cet essai pour les 3 caractères quantitatifs suivants : la hauteur, la surface terrière de l'arbre moyen à 1,30 m et le taux de survie. A partir de ces 3 mesures nous avons calculé une quatrième donnée l'estimation du volume réel de bois produit par hectare. Cette valeur est obtenue en faisant le produit du volume de bois estimé sur la parcelle utile à partir des hauteurs et des surfaces terrières, par le taux de survie. L'analyse de variance de ces 4 mesures est présentée dans les tableaux 1 à 4.

Le classement des espèces testées en fonction de la hauteur, nous permet de conclure que les *Pinus oocarpa*, *caribea*, *patula*, *khasya*, *greggii* se détachent significativement des *Pinus pringlei*, *pseudostrobus*, *michoacana*, *radiata* et *montezumae*. Les premiers ont une hauteur moyenne comprise entre 13,40 m et 9,40 m; les seconds varient de 8,70 m à 3,10 m à 10 ans.

Le classement des espèces en fonction de la surface terrière de l'arbre moyen, donne un groupe de tête, avec une surface terrière comprise entre 220 et 145 cm², il s'agit des *Pinus caribea*, *oocarpa*, *khasya*, *greggii* et *pringlei*. Le deuxième groupe, avec une surface terrière variant de 120 à 40 cm², comprend les *Pinus patula*, *pseudostrobus*, *michoacana*, *montezumae* et *radiata*.

Le classement des espèces en fonction du taux de survie présente 21 traitements avec une mortalité faible (de 1 à 8,5 %), 3 *Pinus montezumae* ont une mortalité comprise entre 10 et 16,5 %, enfin le *Pinus radiata* apparaît très mal adapté dans cette zone écologique avec 79 % de mortalité.



Plan 12 - 3 double
Lattice carré équilibre
MANGORO
Labour plein.Terrasse.
Nbres d'arbres / traitement.
64 x 6 = 384 arbres.

Densité de plantation : 2m x 2m = 2500/m²
Date de plantation : 12 Janvier 1973.
Fertilisation : 50g Supertriple.
150g NPK 112216.

| N° trait. | N° pép. | Nomset origines |
|-----------|----------------|----------------------------------|
| 1 | 1 | <i>P. oocarpa</i> 188 |
| 2 | 2 + <u>2</u> | <i>P. oocarpa</i> 185 |
| 3 | <u>3</u> | <i>P. oocarpa</i> 204 |
| 4 | 4 | <i>P. oocarpa</i> 269 |
| 5 | 5 | <i>P. oocarpa</i> Hondurensis |
| 6 | 6 | <i>P. patula</i> 281 |
| 7 | 7 | <i>P. patula</i> S.N. |
| 8 | 8 | <i>P. montezumae</i> 258 |
| 9 | 9 + <u>9</u> | <i>P. montezumae</i> 143 |
| 10 | 10 | <i>P. montezumae</i> 132 |
| 11 | 11 + <u>11</u> | <i>P. montezumae macrocarpa</i> |
| 12 | 12 | <i>P. michoacana procerata</i> |
| 13 | 13 | <i>P. michoacana</i> 252 |
| 14 | 14 | <i>P. michoacana</i> 267 |
| 15 | 15 | <i>P. michoacana</i> 264 |
| 16 | <u>28</u> | <i>P. patula</i> Sambaina 7208 E |
| 17 | 17 | <i>P. pringlei</i> . |
| 18 | 18 | <i>P. pseudostrobus oaxacana</i> |
| 19 | 19 | <i>P. pseudostrobus</i> 265 |
| 20 | 20 | <i>P. pseudostrobus</i> 266 |
| 21 | 21 | <i>P. greggii</i> 174 |
| 22 | <u>30</u> | <i>P. khasya</i> Andrambe |
| 23 | Périnet | <i>P. caribea</i> (A 10 d) |
| 24 | 24 + <u>24</u> | <i>P. caribea hondurensis</i> |
| 25 | 26 | <i>P. radiata</i> . |

26 plants élevés en pépinière à Manankazo.

C.T.F.T. MADAGASCAR.

DIVISION SOL ET FORET

ESSAI N°25
ESSAI COMPARATIF
PINS DIVERS
MANGORO

| Par | Dessin de | Echelle | Date | N° |
|------|----------------|----------------------|--------------|-----|
| S.F. | Rakotonanahary | 1/2 500 ^e | 17 - 11 - 72 | 745 |

Vers Essais Peupliers
N° 6-7-8. ←

Route

Eucalyptus

| Source de variations | S C E | ddl | C M |
|--|-------------------|-----|-----------------|
| Entre répétitions | 160541,80 | 5 | 32108,36 |
| Entre traitements | 12320417,20 | 24 | 513350,72 |
| Entre lignes (ajusté aux traitements) | 108870,10 | 24 | - |
| Entre lignes (ajusté aux traitements et colonnes) | $Q_r = 102692,80$ | 24 | $E_r = 4278,87$ |
| Entre colonnes (ajustés aux traitements) | 129324,13 | 24 | - |
| Entre colonnes (ajustés aux traitements et lignes) | $Q_c = 123146,89$ | 24 | $E_c = 5131,12$ |
| Résiduelle | $Q_e = 164877,31$ | 72 | $E_e = 2289,96$ |
| Totale | 12877853,30 | 149 | - |

On remplace E_e par E'_e , qui est la variance du résultat ajusté de chaque mesure ($E'_e = 2620,45$) et le carré moyen entre traitements par le carré moyen entre traitements ajustés ($CM' = 529854,14$).

$F = 187,86$ F est très hautement significatif. Les 25 traitements ne sont pas homogènes. L'écart type d'un total ajusté est de 130,09.

Tableau 2 : Analyse de variance des surfaces terrières de l'autre moyen

| Source de variation | S C E | ddl | C M |
|---|-----------------|-----|----------------|
| Entre répétitions | 7929,67 | 5 | 1585,93 |
| Entre traitements | 405665,41 | 24 | 16902,73 |
| Entre lignes (ajusté aux traitements) | 7588,96 | 24 | - |
| Entre lignes (ajusté aux traitements et colonnes) | $Q_r = 6741,98$ | 24 | $E_r = 280,92$ |
| Entre colonnes (ajusté aux traitements) | 9883,84 | 24 | - |
| Entre colonnes (ajusté aux traitements et lignes) | $Q_c = 9036,86$ | 24 | $E_c = 376,54$ |
| Résiduelle | $Q_e = 9813,86$ | 72 | $E_e = 136,30$ |
| Totale | 440034,76 | 149 | - |

La variance du résultat ajusté de chaque mesure est $E'_e = 172,46$, le carré moyen entre traitements ajusté est $CM' = 17782,40$ d'où $F = 103,11$.

F est très hautement significatif, les 25 traitements ne sont pas homogènes.

L'écart type d'un total ajusté est de 32,17.

Tableau 3 Analyse de variance de la mortalité de l'essai 25

| Source de variations | S C E | ddl | C M |
|---|----------------|-----|--------------|
| Entre répétitions | 69,84 | 5 | 13,97 |
| Entre traitements | 13619,0 | 24 | 567,46 |
| Entre lignes (ajusté aux traitements) | 217,67 | 24 | - |
| Entre lignes (ajusté aux traitements et colonnes) | $Q_r = 229,11$ | 24 | $E_r = 9,55$ |
| Entre colonnes (ajusté aux traitements) | 225,99 | 24 | - |
| Entre colonnes (ajusté aux traitements et lignes) | $Q_c = 237,43$ | 24 | $E_c = 9,89$ |
| Residuelle | $Q_e = 658,06$ | 72 | $E_e = 9,14$ |
| Totale | 14802 | 149 | - |

La variance du résultat ajusté de chaque mesure est $E^*e = 9,37$ et le carré moyen entre traitements ajustés $CM^* = 567,05$ d'où $F = 60,53$ F est très hautement significatif les 25 traitements ne sont pas homogènes. L'écart type d'un total ajusté est de 7,50.

Tableau 4 : Analyse de variance du volume/ha de l'essai 25

| Source de variations | S C E | ddl | C M |
|---|-------------------|-----|-----------------|
| Entre répétitions | 18162,72 | 5 | 3632,54 |
| Entre traitements | 864405,36 | 24 | 36016,89 |
| Entre lignes (ajusté aux traitements) | 12800,12 | 24 | - |
| Entre lignes (ajusté aux traitements et colonnes) | $Q_r = 10880,725$ | 24 | $E_r = 453,364$ |
| Entre colonnes (ajusté aux traitements) | 23605,208 | 24 | - |
| Entre colonnes (ajusté aux traitements et lignes) | $Q_c = 21685,81$ | 24 | $E_c = 903,575$ |
| Residuelle | $Q_e = 17218,94$ | 72 | $E_e = 239,152$ |
| Totale | 934272,95 | 149 | - |

La variance du résultat ajusté de chaque mesure est $E^*e = 305,60$ et le carré moyen entre traitements ajustés $CM^* = 38504,83$ d'où $F = 126,00$. F est très hautement significatif, les 25 traitements ne sont pas homogènes. L'écart type d'un total ajusté est de 42,82.

Essai 25 Classement en fonction du volume estimé à 10 ans
 Tableau 5 : ~~Essai 25 Classement en fonction du volume estimé à 10 ans~~

| Trait | Nom et origine | Total ajusté | Moyenne m ³ /ha | Classement volume bois/ha Tukey Hartley |
|-------|----------------------------------|--------------|-------------------------------|--|
| 24 | <i>P. caribea</i> hondurensis | 1643,32 | 274 | |
| 5 | <i>P. oocarpa</i> hondurensis | 1623,30 | 271 | |
| 2 | <i>P. oocarpa</i> 185 | 1545,07 | 258 | |
| 1 | <i>P. oocarpa</i> 188 | 1333,08 | 222 | |
| 4 | <i>P. oocarpa</i> 269 | 1180,47 | 197 | |
| 22 | <i>P. khasya</i> Andraimbe | 1070,56 | 178 | |
| 3 | <i>P. oocarpa</i> 204 | 1068,57 | 178 | |
| 21 | <i>P. greggii</i> 174 | 976,01 | 163 | |
| 23 | <i>P. caribea</i> Périnet | 900,04 | 150 | |
| 6 | <i>P. patula</i> 281 | 839,68 | 140 | |
| 17 | <i>P. pringlei</i> | 795,08 | 133 | |
| 16 | <i>P. patula</i> Sambaina | 782,99 | 130 | |
| 7 | <i>P. patula</i> S N | 686,91 | 114 | |
| 18 | <i>P. pseudostrobus</i> oaxacana | 618,66 | 103 | |
| 13 | <i>P. michoacana</i> 252 | 517,90 | 86 | |
| 12 | <i>P. michoacana</i> procera | 502,33 | 84 | |
| 19 | <i>P. pseudostrobus</i> 265 | 475,18 | 79 | |
| 15 | <i>P. michoacana</i> 264 | 430,66 | 72 | |
| 14 | <i>P. michoacana</i> 267 | 426,94 | 71 | |
| 20 | <i>P. pseudostrobus</i> 266 | 425,50 | 71 | |
| 11 | <i>P. montezumae</i> macrocarpa | 193,60 | 32 | |
| 10 | <i>P. montezumae</i> 132 | 165,96 | 28 | |
| 8 | <i>P. montezumae</i> 258 | 143,23 | 24 | |
| 9 | <i>P. montezumae</i> 143 | 60,50 | 10 | |
| 25 | <i>P. radiata</i> | 26,28 | 4 | |

Le produit du volume moyen de bois estimé sur la parcelle utile par le taux de survie, permet de distinguer les espèces les plus productives dans cette zone écologique de l'Ankara. On distingue 7 groupes, dans le classement des espèces en fonction du volume de bois par hectare à 10 ans (voir tableau 5):

- *P. caribea* et 2 *P. oocarpa* (hondurensis et 185) avec 260 à 275 m³/ha
- *P. oocarpa* 188 220 m³/ha
- 2 *P. oocarpa* (269 et 204) *P. khasya* et *P. greggii* (174) de 165 à 200 m³/ha
- *P. caribea* (Périnet) 2 *P. patula* (281 et Sambaina) *P. pringlei* de 130 à 150 m³/ha
- *P. patula* (S N) *P. pseudostrobus oaxacana* de 100 à 115 m³/ha
- 4 *P. michoacana* (252, proceras, 264, 267) 2 *P. pseudostrobus* (265, 266) de 70 à 85 m³/ha
- 4 *P. montezumae* (macrocarpa, 132, 258, 143) et *P. radiata* de 4 à 30 m³/ha.

Les meilleures espèces de Pins ont donc une production, en terrasse sableuse, supérieure à 20 m³/ha/an.

2- Etude des provenances

21- Etude des provenances d'eucalyptus

211- *Eucalyptus grandis* Les thèmes de recherches portant sur cette espèce et confiés au C.T.F.T., par le D.R.F.P., concernent surtout la mise au point du bouturage. Les travaux réalisés sur cette espèce seront repris dans le chapitre : Etude de la reproduction végétative.

212- *Eucalyptus urophylla* L'essai n°30 (23 provenances d'*E. urophylla*) a été mesuré en hauteur et en circonférence à 1,30 m aux mois d'août et septembre. Les analyses de variance des hauteurs, surface terrière de l'arbre moyen, mortalités et volumes de bois estimé par hectare sont présentées dans les tableaux 6 à 9.

Le classement, en fonction de la hauteur moyenne, permet de distinguer un groupe de tête, composé des provenances de FLORES, du Tinor Portugais (DEROHATI, LEBO META, LIHU UATI, AI-BETOULUN) et LOMBLEN. La hauteur moyenne de ce groupe est comprise entre 12,50 m et 15,20 m à 8 ans.

Le classement des provenances en fonction de la surface terrière de l'arbre moyen permet de distinguer deux groupes. Le premier, avec une surface terrière comprise entre 10 et 160 cm², est composé de 11 provenances : Flores, DEROHATI, PILA PARIA, LEBO META, MAI-MAI, LIHU-UATI, AI-BETOULUN, ROUBIC, MANDCASSA, RAIREMA, LOMBLEN. Le second groupe varie de 60 à 110 cm².

On n'obtient pas de différence significative entre les mortalités observées, pour chaque provenance, dans les trois blocs. La mortalité varie de 1 % (traitements 5 et 12) à 15 % (traitements 17 et 21).

L'estimation du volume réel de bois produit par hectare, calculée à partir des trois données quantitatives (hauteur, surface terrière, taux de survie) permet de définir le classement, suivant (voir tableau 10) :

- La provenance de Flores se détache significativement avec une production de 100 m³/ha à 8 ans
- Un deuxième groupe composé de 11 provenances a produit entre 50 et 80 m³/ha à 8 ans
- Le dernier groupe (11 provenances) a une production faible de 24 à 46 m³/ha à 8 ans

Tableau 6 : Analyse de variance des hauteurs de l'essai 30 à 8 ans

| Source de variation | SCE | ddl | CM | Fcal | F théorique | | | Signification |
|---------------------|------------|-----|-----------|------|-------------|------|------|---------------|
| | | | | | 5% | 1% | 0,1% | |
| Traitements | 2754553,42 | 23 | 119763,19 | 8,40 | 1,77 | 2,26 | 2,97 | T.H.S. |
| Blocs | 63661,87 | 2 | 31830,94 | 2,23 | 3,20 | 5,10 | 8,10 | N.S. |
| Erreur | 641645,82 | 45 | 14258,80 | - | - | - | - | |
| Totale | 3459861,11 | 70 | 49426,59 | - | - | - | - | |

Tableau 7 : Analyse de variance des surfaces terrières de l'arbre moyen de l'essai 30 à 8 ans

| Source de variation | SCE | ddl | CM | Fcal | F théorique | | | Signification |
|---------------------|----------|-----|---------|------|-------------|------|------|---------------|
| | | | | | 5% | 1% | 0,1% | |
| Traitements | 44339,65 | 23 | 1927,81 | 6,23 | 1,77 | 2,26 | 2,97 | T.H.S. |
| Blocs | 2615,11 | 2 | 1307,56 | 4,22 | 3,20 | 5,10 | 8,10 | S |
| Erreur | 13933,56 | 45 | 309,63 | - | - | - | - | |
| Totale | 60888,32 | 70 | 869,83 | - | - | - | - | |

Tableau 8 : Analyse de variance des mortalité de l'essai 30 à 8 ans

| Source de variation | SCE | ddl | CM | Fcal | F théorique | | | Signification |
|---------------------|--------|-----|------|------|-------------|------|------|---------------|
| | | | | | 5% | 1% | 0,1% | |
| Traitements | 131,78 | 23 | 5,73 | 1,49 | 1,77 | 2,26 | 2,97 | N.S. |
| Blocs | 3,11 | 2 | 1,56 | 0,40 | 3,20 | 5,10 | 8,10 | N.S. |
| Erreur | 173,56 | 45 | 3,86 | - | - | - | - | |
| Totale | 308,44 | 70 | 4,41 | - | - | - | - | |

Tableau 9 : Analyse de variance du volume/ha de l'essai 30 à 8 ans

| Source de variation | SCE | ddl | CM | Fcal | F théorique | | | Signification |
|---------------------|-----------|-----|----------|------|-------------|------|------|---------------|
| | | | | | 5% | 1% | 0,1% | |
| Traitements | 25964,571 | 23 | 1128,894 | 8,17 | 1,77 | 2,26 | 2,97 | T.H.S. |
| Blocs | 1066,955 | 2 | 533,478 | 3,86 | 3,20 | 5,10 | 8,10 | S |
| Erreur | 6219,047 | 45 | 138,201 | - | - | - | - | |
| Totale | 33250,573 | 70 | 475,008 | - | - | - | - | |

**Tableau 10 : Classement des provenances en fonction du volume
de bois estimé par hectare à 8 ans**

| Trait | Provenances | Moyenne (m ³ /ha) | Classement |
|-------|--------------------------------|------------------------------|------------|
| 23 | Runga Lowotobi FLORES | 99,98 | 1 |
| 5 | DEROHATI T.P. | 88,43 | 2 |
| 7 | LEBO - META T.P. | 78,18 | 3 |
| 1 | LIHU UATI T.P. | 68,65 | 4 |
| 18 | RAI HAI T.P. | 64,80 | 5 |
| 6 | AI - BETOULUN T.P. | 64,84 | 6 |
| 22 | BAKAN LOMBLÉN | 62,27 | 7 |
| 4 | MANOCASSA T.P. | 60,65 | 8 |
| 12 | RAIREMA T.P. | 59,11 | 9 |
| 17 | PILA - PARIA T.P. | 57,98 | 10 |
| 9 | ROUBIC T.P. | 56,23 | 11 |
| 15 | HATO BUITETE T.P. | 53,30 | 12 |
| 11 | MANG MERA LOLO T.P. | 46,06 | 13 |
| 8 | BETULARAN T.P. | 45,87 | 14 |
| 2 | FOHO HUA T.P. | 43,98 | 15 |
| 20 | NAITONIS T.I. | 42,80 | 16 |
| 18 | UME - DALA T.I. | 36,99 | 17 |
| 21 | M ^{te} BOLENG Adenara | 32,82 | 18 |
| 19 | PASSAN - TUNAN T.I. | 32,23 | 19 |
| 14 | FLECHA T.P. | 29,90 | 20 |
| 3 | MAULAU T.P. | 29,68 | 21 |
| 24 | AMBILA - LEMAITSO 12 ABL | 24,96 | 22 |
| 16 | BAD - MALE T.P. | 24,57 | 23 |
| 13 | URO - HOU T.P. | 23,71 | 24 |

213- Eucalyptus alba L'essai n°31 (11 provenances d'E. alba et un E. maculata) a été mesuré en hauteur et en circonférence à 1,30 m en août 1983. L'essai a 8 ans, les provenances d'E. alba restent très médiocres sur cette terrasse sableuse de l'Ankono.

Le classement des provenances, en fonction de la hauteur moyenne, ne permet pas de distinguer les provenances entre elles (hauteur moyenne comprise entre 2,20 m et 4,30 m à 8 ans). Seul l'E. maculata se détache avec une hauteur de 6,50 m.

Le classement des provenances, en fonction de la surface terrière de l'arbre moyen, permet de distinguer deux groupes : E. maculata et la provenance de CUR LULI MALIANA T.P avec des surfaces terrières respectivement égales à 47 et 34 cm².

• les 10 autres provenances ont une surface terrière comprise entre 6 et 25 cm².

Le classement des provenances, en fonction de la mortalité, présente un groupe indifférenciable de 10 traitements de 0 à 9,5 %. La provenance de METINARO T.P a une mortalité supérieure (16,5 %).

L'ensemble de ces résultats montre que les moins médiocres traitements sont les provenances de NEFOBOKO T.I, CUR LULI T.P; DARRA-SARI T.P, ERA-LIHU-FERE T.P. Les provenances donnant les plus mauvais résultats sont celles de METINARO, LULI HENI, VASSAMA LALE du Timor Portugais.

22- Etude des provenances de Pins

Une étude a débuté en juillet 1983 sur l'essai 16 de Manankazo (9 provenances de P. patula avec 4 répétitions). Il s'agissait de mesurer les caractéristiques d'une trentaine d'arbres de chaque parcelle (hauteur, circonférence à 1,30 m, nombre de verticilles, accroissement entre verticilles, angle d'insertion des branches, diamètre des branches, nombre de verticilles vivants). Cette étude a été interrompue au mois d'août (congé du personnel de la station). Les travaux ont repris en septembre, une semaine de mesures a pu être faite avant que l'essai brûle. Deux blocs ont été mesurés avant le passage du feu. Les deux autres blocs n'ont pas pu être terminés avant la fin de l'année. Les résultats complets seront envoyés à Nogent, dès la fin des travaux pour être analysés.

3- Etude de la reproduction végétative de l'Eucalyptus grandis

La technique de bouturage de l'E. grandis que l'on veut mettre au point à Madagascar consiste à pratiquer le bouturage herbacé à partir de matériel réformé (rejets) induit par recépage de la souche.

Dans la pratique, nous testons l'aptitude au bouturage de souches âgées d'E. grandis (entre 25 et 30 ans) recepées à 50 cm environ, en prélevant des rejets proventifs âgés de 2 mois, dans la série c de Périnet. Nous réalisons des boutures à quatre feuilles tronquées, auxquelles on fait subir un traitement fongicide puis un traitement hormonal (Acide Indol Butyrique à 1 % en poudre) à la base de la bouture. Les boutures sont ensuite placées dans des pots de polyéthylène contenant un mélange de terre rouge, de sable et de terre noire dans les proportions 2.2.1, puis soumises à un brouillard diurne de 7 h 30 mn à 16 h 30 mn pendant 15 jours. Les boutures sont sevrées en diminuant progressivement l'arrosage.

231- Essai date optimum de bouturage

Cette année nous avons essayé de connaître la période optimum de bouturage de l'E. grandis dans les conditions écologiques de Périnet. L'étude de la variation d'enracinement des boutures d'E. grandis en fonction de la date de récolte et de repiquage des rejets a débuté le 22 mars 1982 et s'est terminé le 23 mars 1983. Les résultats définitifs n'ont été connus qu'à partir du mois d'août. Le dispositif utilisé est le suivant : tous les lundis, on prélève les rejets de 4 souches âgées, on taille 100 boutures par

souche. Au début de chaque semaine 400 boutures sont mises en place en individualisant les clones dans la pépinière. Les résultats sont reportés dans le tableau 11. Nous avons mis en place pendant la période étudiée 18400 boutures sur les 20800 prévues par le protocole (données manquantes du 6/09 au 28/09/82 et du 6/01 au 10.01/83, pour compléter le tableau nous avons reporté les résultats obtenus en 1981 pour ces 2 périodes).

NB. Pour l'étude de l'histogramme des classes d'enracinement, les périodes de 1981 ont été exclues, mais elles ont été conservées pour l'étude des pourcentages d'enracinement obtenus en cumulant les résultats de 10 semaines consécutives.

- Etude de l'histogramme des classes d'enracinement. La période étudiée concerne 18400 boutures issues de 184 pied-mères différents. Nous obtenons 3654 boutures enracinées, sevrées, prêtes à la plantation, soit 20 % de réussite moyenne sur l'année. Le pourcentage d'enracinement par clone varie de 0 à 85 % (notons les bons résultats obtenus avec 15 clones : n°57, 66, 70, 75, 114, 135, 181, 200, 217, 226, 227, 228, 229, 231 qui donnent plus de 50 % d'enracinement).

La répartition par classe d'enracinement est la suivante :

- 8 % des clones ne donnent pas de boutures enracinées
- 61 % " " présentent entre 1 et 24 % d'enracinement
- 23 % " " " 25 et 49 %
- 6,5 % " " " 50 et 74 %
- 1,5 % " " " 75 et 85 %

- Etude des pourcentages d'enracinement. Lorsque l'on regarde les résultats d'enracinement du tableau 11, la variation clonale masque les résultats et ne permet pas de définir clairement la période la plus favorable au bouturage. Pour remédier à cet inconvénient, on pense que plus il y a de clones pour représenter une période de l'année, plus l'effet est atténué puisqu'alors on se rapproche de la courbe de distribution théorique des clones en fonction de leur potentiel à l'enracinement. Nous avons choisi, entre plusieurs regroupements possibles, une période de 10 semaines. Cette période est représentée par $4 \times 100 \times 10 = 4000$ boutures issues de 40 pieds mères différents. Le nombre de boutures enracinées pendant cette fraction de temps peut être représenté par un histogramme. La valeur suivante est obtenue en retirant les résultats de la première semaine et en ajoutant une 11^{ème} semaine et ainsi de suite.. (exemple 874 boutures enracinées du 31/05 au 2/08/82, 902 boutures enracinées du 7/06 au 9/08/82). Les histogrammes s'enchevêtrent et rendent la lecture du graphique difficile. C'est pourquoi dans le graphique n°1 nous avons réduit chaque histogramme à un seul point correspondant en ordonnée au nombre de boutures enracinées sur 4000 mises en place et situé, en abscisse, au milieu de l'histogramme (au centre des 10 semaines). Les points ainsi obtenus sont reliés pour visualiser les résultats. Ce graphique nous montre deux changements importants au cours de l'année :

- une chute de pourcentage de réussite à l'enracinement aux environs de la mi-juillet
- une remontée du pourcentage de réussite à partir de mi-janvier, mais cette reprise n'atteint le niveau du mois de juillet qu'à partir de la mi-février.

Le tableau 11 nous permet de constater que du début de l'expérimentation jusqu'au 19 juillet nous avons eu minimum un bon résultat chaque semaine, le dernier résultat satisfaisant est enregistré à cette date. Ensuite on observe une période assez irrégulière. Les résultats redeviennent réguliers à partir du 28/02/83.

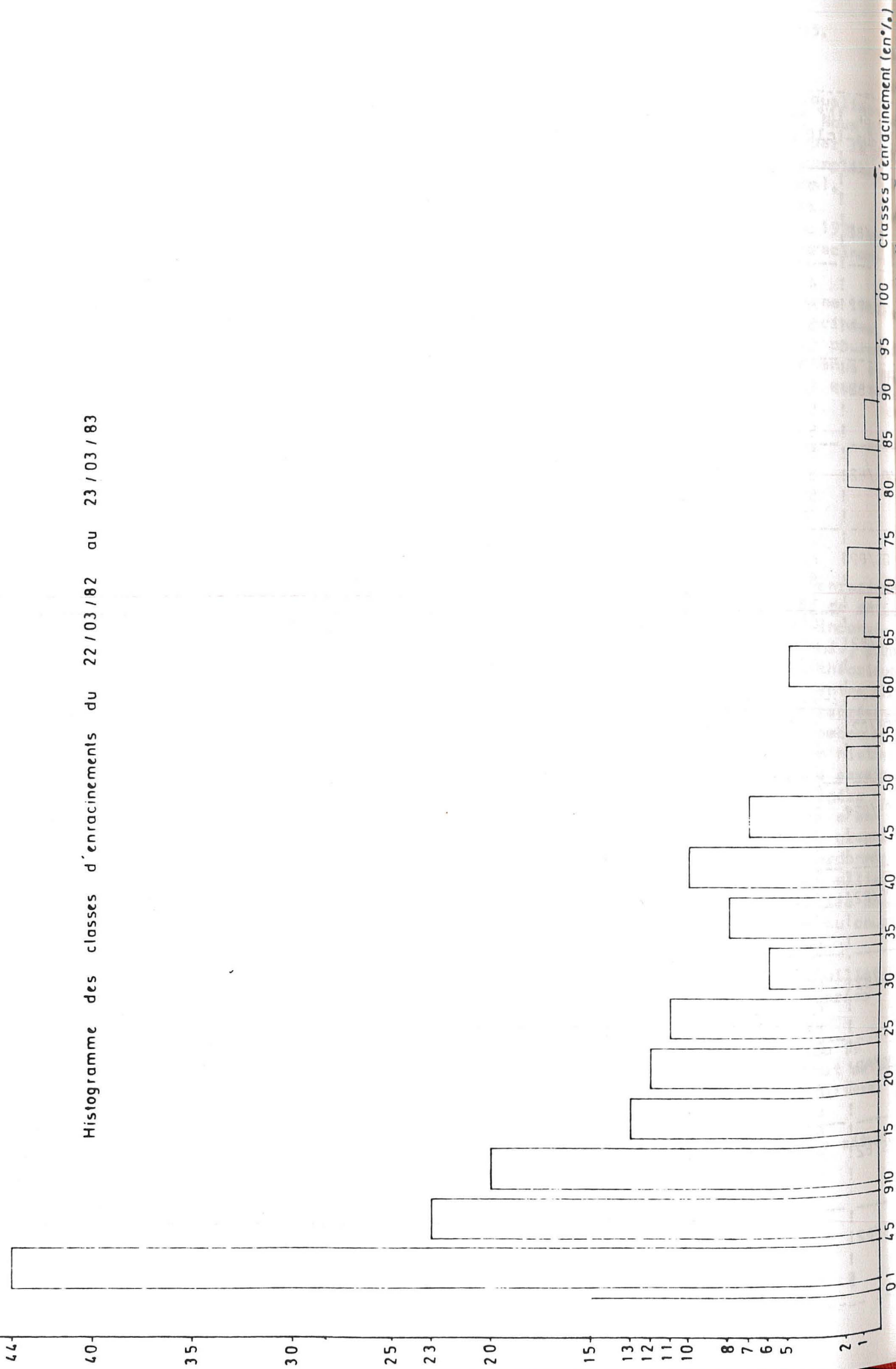
Nous pouvons conclure que la période optimum du bouturage dure 5 mois et se situe de la mi-février à la mi-juillet, dans les conditions écologiques de Férinet.

Tableau 11 : Résultats d'enracinement obtenus du 22/03/82 au
23.03.83

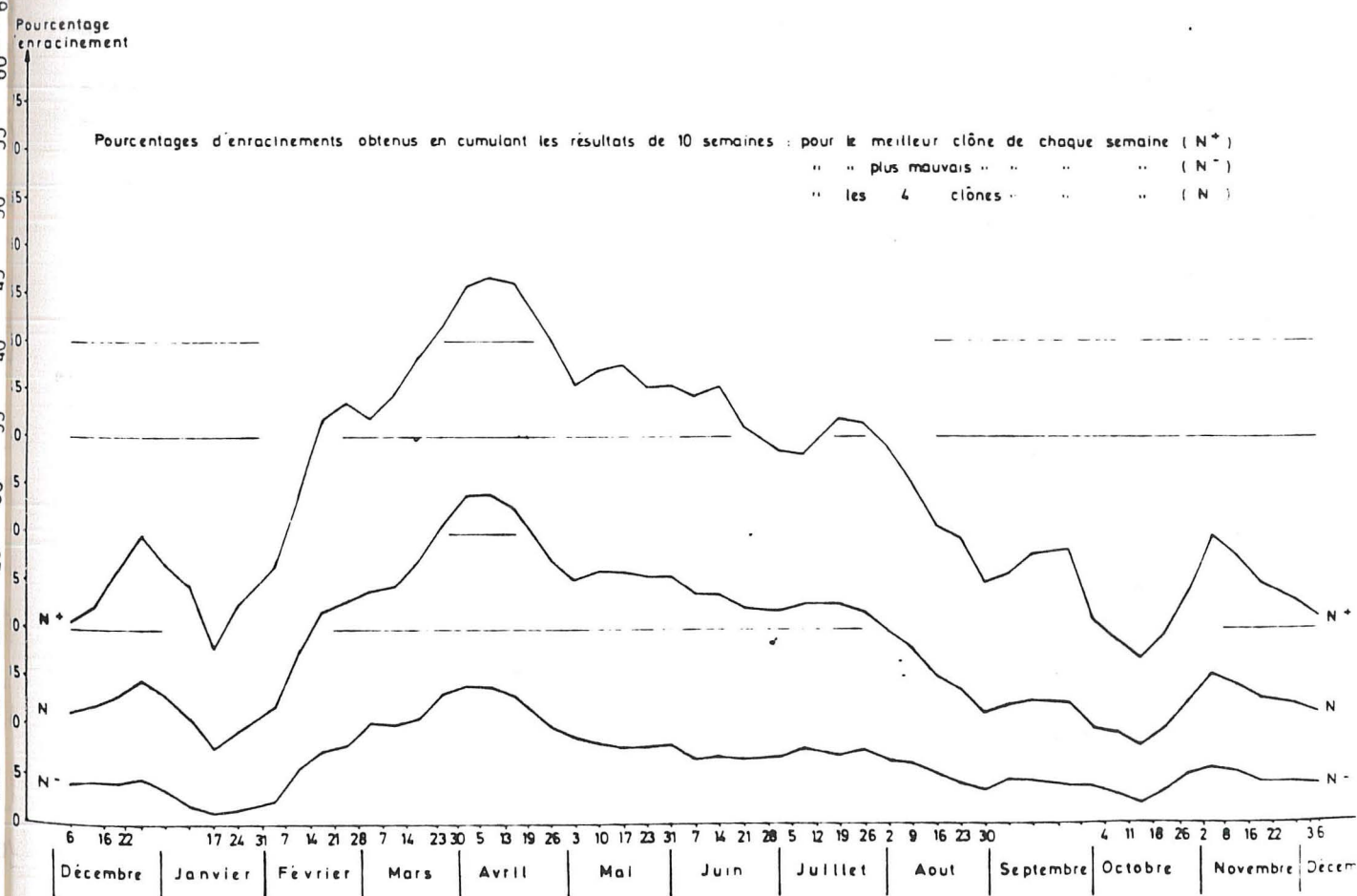
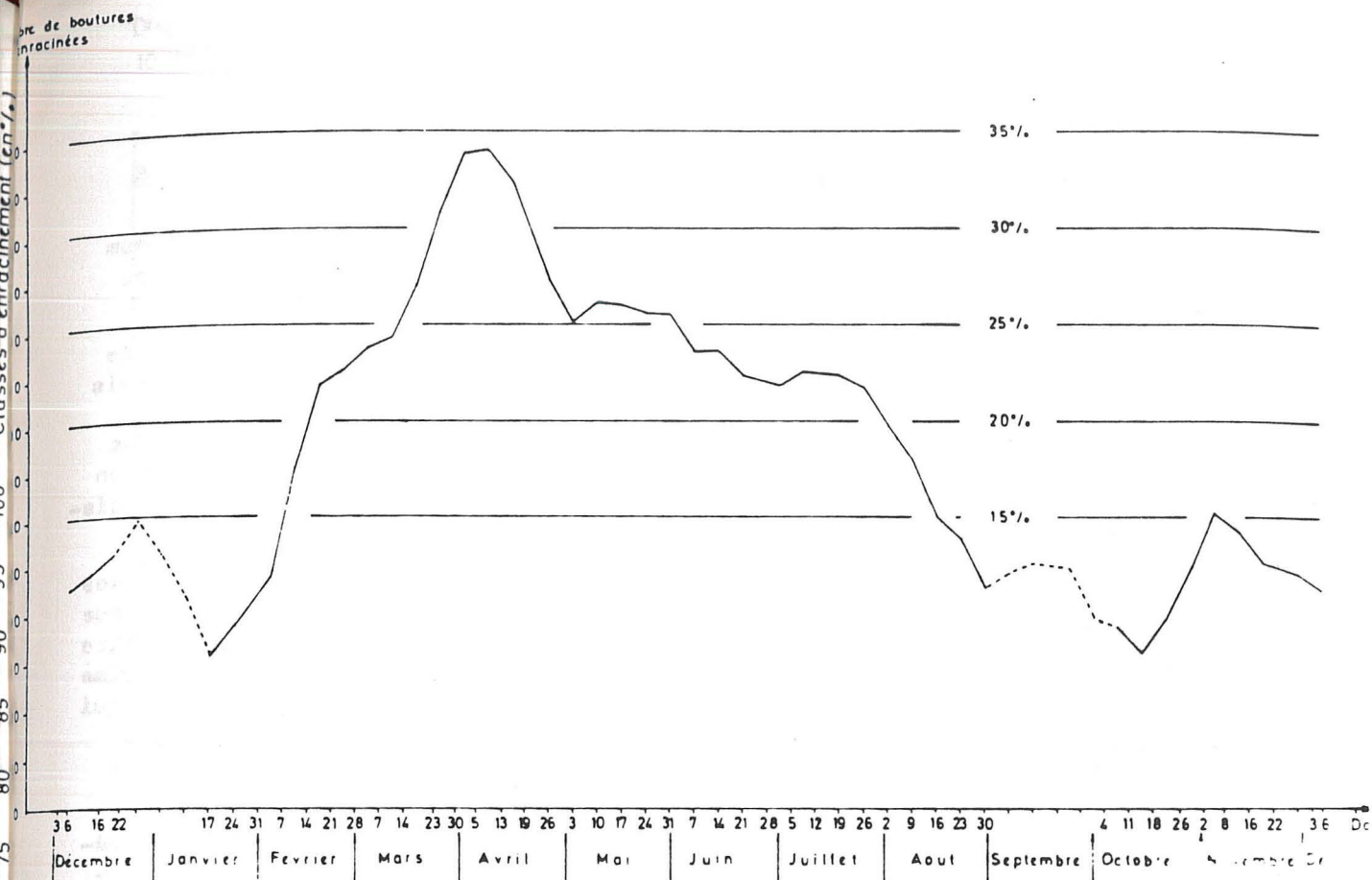
| de qua- | N° du clône | Nbre de bout. enr. | Date de repi- quage | N° du clône | Nbre de bout. enr. | Date de repiqua- ge | N° du clône | Nbre de bout. enr. | Date de repiqua- ge | N° du clône | Nbre de bout. enr. |
|------------|----------------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|
| 3/82 | 45 | 1 | | 97 | 46 | | 37 | 0 | | 189 | 1 |
| | 46 | 2 | | 98 | 27 | | 38 | 0 | | 190 | 1 |
| | 47 | 0 | 21/6/82 | 99 | 44 | 21/09/81 | 39 | 0 | 22/12/82 | 191 | 2 |
| | 48 | 1 | | 100 | 19 | | 40 | 0 | | 192 | 0 |
| 3/82 | 49 | 13 | | 101 | 25 | | 41 | 27 | | 25 | 0 |
| | 50 | 11 | 25/6/82 | 102 | 45 | 28/09/81 | 42 | 12 | 05/01/83 | 26 | 0 |
| | 51 | 9 | | 103 | 3 | | 43 | 4 | | 27 | 9 |
| | 52 | 31 | | 104 | 7 | | 44 | 2 | | 28 | 0 |
| 4/82 | 53 | 30 | | 105 | 10 | | 45 | 14 | | 29 | 1 |
| | 54 | 41 | 5/07/82 | 106 | 42 | 04/10/82 | 46 | 4 | 10/01/83 | 30 | 7 |
| | 55 | 39 | | 107 | 23 | | 47 | 27 | | 31 | 4 |
| | 56 | 23 | | 108 | 40 | | 48 | 13 | | 32 | 5 |
| | 57 | 68 | | 109 | 22 | | 49 | 14 | | 33 | 13 |
| 4/82 | 58 | 17 | 12/7/82 | 110 | 15 | 11/10/82 | 50 | 11 | 17/01/83 | 34 | 9 |
| | 59 | 3 | | 111 | 41 | | 51 | 29 | | 35 | 2 |
| | 60 | 7 | | 112 | 12 | | 52 | 13 | | 36 | 9 |
| | 61 | 7 | | 113 | 46 | | 53 | 29 | | 37 | 0 |
| 2/82 | 62 | 37 | 15/7/82 | 114 | 72 | 18/10/82 | 54 | 0 | 24/01/83 | 38 | 32 |
| | 63 | 42 | | 115 | 11 | | 55 | 1 | | 39 | 4 |
| | 64 | 38 | | 116 | 28 | | 56 | 0 | | 40 | 58 |
| | 65 | 45 | | 117 | 6 | | 57 | 11 | | 41 | 41 |
| 4/82 | 66 | 51 | 26/7/82 | 118 | 1 | 26/10/82 | 58 | 10 | 31/01/83 | 42 | 6 |
| | 67 | 27 | | 119 | 6 | | 59 | 25 | | 43 | 11 |
| | 68 | 47 | | 120 | 10 | | 60 | 0 | | 44 | 17 |
| | 69 | 62 | | 121 | 4 | | 61 | 1 | | 45 | 5 |
| 5/82 | 70 | 61 | 2/08/82 | 122 | 9 | 2/11/82 | 62 | 1 | 07/02/83 | 46 | 0 |
| | 71 | 24 | | 123 | 4 | | 63 | 0 | | 47 | 2 |
| | 72 | 9 | | 124 | 1 | | 64 | 0 | | 48 | 2 |
| | 73 | 17 | | 125 | 9 | | 65 | 2 | | 49 | 1 |
| 5/82 | 74 | 6 | 9/08/82 | 126 | 22 | 06/11/82 | 66 | 15 | 14/02/83 | 50 | 1 |
| | 75 | 30 | | 127 | 15 | | 67 | 17 | | 51 | 20 |
| | 76 | 0 | | 128 | 12 | | 68 | 21 | | 52 | 1 |
| | 77 | 0 | | 129 | 0 | | 69 | 0 | | 53 | 9 |
| 5/82 | 78 | 0 | 16/8/82 | 130 | 10 | 16/11/82 | 70 | 0 | 21/02/83 | 54 | 3 |
| | 79 | 4 | | 131 | 3 | | 71 | 3 | | 55 | 1 |
| | 80 | 36 | | 132 | 6 | | 72 | 1 | | 56 | 20 |
| | 81 | 0 | | 133 | 4 | | 73 | 32 | | 57 | 52 |
| 5/82 | 82 | 1 | 23/8/82 | 134 | 23 | 22/11/82 | 74 | 14 | 28/02/83 | 58 | 21 |
| | 83 | 0 | | 135 | 73 | | 75 | 12 | | 59 | 3 |
| | 84 | 4 | | 136 | 1 | | 76 | 18 | | 60 | 5 |
| | 85 | 0 | | 137 | 12 | | 77 | 20 | | 61 | 42 |
| 5/82 | 86 | 3 | 30/8/82 | 138 | 12 | 03/12/82 | 78 | 43 | 07/03/83 | 62 | 17 |
| | 87 | 25 | | 139 | 47 | | 79 | 31 | | 63 | 9 |
| | 88 | 2 | | 140 | 9 | | 80 | 16 | | 64 | 35 |
| | 89 | 8 | | 141 | 9 | | 81 | 65 | | 65 | 33 |
| 5/82 | 90 | 35 | 6/09/81 | 142 | 22 | 06/12/82 | 82 | 37 | 14/03/83 | 66 | 63 |
| | 91 | 25 | | 143 | 15 | | 83 | 1 | | 67 | 1 |
| | 92 | 17 | | 144 | 12 | | 84 | 9 | | 68 | 50 |
| | 93 | 6 | | 145 | 0 | | 85 | 1 | | 69 | 84 |
| 5/82 | 94 | 3 | 14/9/81 | 146 | 8 | 15/12/82 | 86 | 8 | 23/03/83 | 70 | 29 |
| | 95 | 47 | | 147 | 0 | | 87 | 4 | | 71 | 60 |
| | 96 | 47 | | 148 | 0 | | 88 | 5 | | 72 | 19 |

Nombre de clones

Histogramme des classes d'entrainements du 22/03/82 au 23/03/83



GRAPHIQUE N° 1 Résultats cumulés sur 10 semaines



La conclusion tirée à l'aide du graphique n°1 pourrait être faussée si l'optimum du meilleur clone correspond au minimum du plus mauvais clone de chaque semaine (ou inversement). La courbe avec les 4 clones étant une moyenne.

Le graphique suivant, est réalisé pour vérifier cette hypothèse. On a choisi le meilleur clone de chaque semaine (résultats cumulés sur 10 semaines : courbe N+) puis le plus mauvais clone (courbe N-). Les résultats sont présentés en pourcentage. On vérifie que les variations annuelles du meilleur clone, du plus mauvais clone et des 4 clones de chaque semaine se font, point par point, dans le même sens. La conclusion tirée à l'aide du graphique n°1 et du tableau 11 est donc confirmée. L'optimum enregistré pour les 3 courbes se situe entre la mi-mars et la fin d'avril.

32.- Essai hormonal en poudre Le dispositif mis en place le 21 avril 1983 et les résultats sont présentés sur le tirage essai hormonal en poudre. L'analyse statistique ne permet pas de distinguer de différences entre les traitements hormonaux; par contre l'effet clone est hautement significatif. La conclusion reste identique si on supprime de l'étude, le bloc III qui apparaît très différent, puis les clones 2, 3, 6, 7, 8 qui donnent de médiocres résultats. On notera la légère supériorité globale, des traitements hormonaux à base d'acide indol butyrique. Cet essai sera repris sous une autre forme et à plus grande échelle.

33.- Essai hormonal liquide Le dispositif mis en place le 28 avril 1983 est présenté sur le tirage essai hormonal (forme liquide). L'analyse statistique met en évidence une différence très hautement significative entre les clones; l'effet hormone et l'interaction clones x hormone sont hautement significatifs. Le meilleur résultat est enregistré avec le traitement 16 (ANA 25 mg par litre d'eau). Le classement est présenté dans le tableau 12. C'est l'acide naphthalène acétique qui donne les meilleurs résultats dans l'ensemble (17,7%). Les trempages de 12 heures dans des solutions aqueuses très concentrées occupent les trois dernières places de classement. Les clones 3 et 4 donnant des résultats faibles, nous les avons retirés du l'essai pour une nouvelle analyse statistique. Les conclusions et le classement restent identiques : le meilleur résultat est celui obtenu avec le traitement 16 (58% de reprise), l'ensemble des traitements à base d'acide naphthalène acétique donne 31,25% de boutures enracinées. Pour l'acide indol acétique, le traitement 9 présente 37,5% de réussite et l'ensemble des traitements d'AIA 20,8%. Le traitement 17 avec 25% de reprise est le meilleur résultat enregistré avec l'Acide indol butyrique, la moyenne de cette hormone est de 14,5 %. Notons que le témoin sans hormone et celui à base d'AIB en poudre donnent le même résultat (16,6%).

Cet essai, contrairement au précédent, permet de tirer quelques conclusions sur les traitements hormonaux, mais le biais de l'effet clone nous oblige à mettre en doute ces résultats (interaction significative).

Ces essais hormonaux seront repris sous une autre forme, (dispositif statistique différent) en prenant des boutures d'un clone connu et rejeuni (souche de 2 ans, clone ayant une bonne aptitude à l'enracinement).

34.- Mise en place d'un parc à bois Afin de mobiliser les clones obtenus en 1982 et d'entamer le bouturage de souches jeunes, nous avons planté en février 1983, 53 clones différents, sur un défrichement de forêt naturelle dégradée. Le plan est présenté sur le tirage Parc à bois II. Ce parc a été regarni un mois après la plantation. La mort de certains plants était due à des actes de vandalisme. Les meilleurs clones de ce parc seront multipliés végétativement et mis en essais comparatifs.

Dispositif expérimental : Split-plot à 9 traitements principaux (hormones) , 8 sous-traitements (clônes) et 3 répétitions
10 boutures par clone et par traitement

☒ bouture enracinée

Résultats par traitements et par clones

| Trait Bloc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| I | 7 | 8 | 7 | 8 | 5 | 5 | 5 | 9 | 3 | 57 |
| II | 4 | 9 | 6 | 3 | 7 | 6 | 9 | 8 | 6 | 58 |
| III | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | 8 | 7 | 2 | 11 | 42 |
| Total | 14 | 21 | 16 | 12 | 15 | 19 | 21 | 19 | 20 | 157 |

| Clon Bloc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Total |
|--------------|----|---|---|----|----|---|---|---|-------|
| I | 25 | 2 | 1 | 14 | 10 | 2 | 2 | 1 | 57 |
| II | 23 | 3 | 3 | 15 | 10 | 1 | 2 | 1 | 58 |
| III | 5 | 1 | 1 | 9 | 23 | 0 | 2 | 1 | 42 |
| Total | 53 | 6 | 5 | 38 | 43 | 3 | 6 | 3 | 157 |

| B I | |
|----------|-----|
| T 4 | 5 2 |
| AIA 1% | 4 7 |
| | 6 8 |
| | 3 1 |
| T 8 | 6 8 |
| AIB 1% | 1 5 |
| | 2 3 |
| | 2 7 |
| T 2 | 8 4 |
| AIA 0,5% | 2 1 |
| | 5 7 |
| | 6 3 |
| | 7 3 |
| T 9 | 1 8 |
| AIB 2% | 5 6 |
| | 2 4 |
| | 7 8 |
| T 6 | 5 6 |
| ANA 0,2% | 3 1 |
| | 2 4 |
| | 6 2 |
| T 7 | 8 4 |
| AIB 0,5% | 7 3 |
| | 1 5 |
| | 1 5 |
| T 3 | 6 8 |
| AIA 0,7% | 7 4 |
| | 3 2 |
| | 5 6 |
| T 5 | 7 8 |
| ANA 0,1% | 3 1 |
| | 4 2 |
| | 4 1 |
| T 1 | 2 5 |
| témoin | 6 7 |
| | 8 3 |

| B II | |
|----------|-----|
| T 6 | 1 5 |
| ANA 0,2% | 3 8 |
| | 6 2 |
| | 7 2 |
| T 2 | 4 2 |
| AIA 0,5% | 6 8 |
| | 3 1 |
| | 2 7 |
| T 1 | 5 6 |
| témoin | 1 3 |
| | 8 4 |
| | 7 3 |
| T 9 | 5 4 |
| AIB 2% | 1 8 |
| | 2 6 |
| | 6 3 |
| T 5 | 5 1 |
| ANA 0,1% | 8 4 |
| | 7 2 |
| | 8 4 |
| T 3 | 3 5 |
| AIA 0,7% | 2 1 |
| | 6 7 |
| | 4 1 |
| | 7 5 |
| T 4 | 6 8 |
| AIA 1% | 3 2 |
| | 5 8 |
| T 8 | 7 2 |
| AIB 1% | 4 1 |
| | 3 6 |
| | 1 3 |
| T 7 | 7 6 |
| AIB 0,5% | 2 4 |
| | 8 5 |

| B III | |
|----------|-----|
| T 2 | 1 2 |
| AIA 0,5% | 6 5 |
| | 3 8 |
| | 5 8 |
| T 6 | 7 4 |
| ANA 0,2% | 1 6 |
| | 3 2 |
| | 5 3 |
| T 5 | 4 7 |
| ANA 0,1% | 2 6 |
| | 8 4 |
| | 1 8 |
| T 8 | 7 4 |
| AIB 1% | 2 6 |
| | 5 3 |
| | 6 5 |
| T 7 | 8 4 |
| AIB 0,5% | 2 3 |
| | 7 1 |
| | 2 7 |
| T 9 | 8 1 |
| AIB 2% | 4 6 |
| | 3 3 |
| | 3 7 |
| T 1 | 6 5 |
| témoin | 1 8 |
| | 4 2 |
| | 5 6 |
| T 4 | 3 2 |
| AIA 1% | 7 1 |
| | 4 8 |
| | 6 2 |
| T 3 | 4 3 |
| AIA 0,7% | 8 1 |
| | 5 7 |

LES TRAITEMENTS :

T18: Témoin

T15: AIB 1% en poudre

T17: AIB 10 mg par litre d'eau

T7: AIB 20 " " " "

T4: AIB 50 " " " "

T13: AIB 500 " " " "

T8: AIB 10 mg / ml d'alcool à 50 %

T10: AIB 5 g par litre d'eau

T19: AIA 10 mg " " " "

T6: AIA 20 " " " "

T9: AIA 50 mg par litre d'eau

T14: AIA 500 " " " "

T5: AIA 10 mg / ml d'alcool à 50 %

T20: AIA 5 g par litre d'eau

T11: ANA 5 mg " " " "

T2: ANA 10 " " " "

T16: ANA 25 " " " "

T3: ANA 250 " " " "

T12: ANA 5 mg / ml d'alcool à 50 %

T1: ANA 2,5 g par litre d'eau

BLOC I

| | | | | |
|---------|----|----|----|----|
| CLONE 3 | 5 | 19 | 4 | 8 |
| | 2 | 13 | 3 | 20 |
| | 14 | 1 | 11 | 6 |
| | 16 | 9 | 7 | 15 |
| CLONE 4 | 10 | 12 | 18 | 17 |
| | 18 | 7 | 20 | 15 |
| | 14 | 17 | 3 | 8 |
| | 19 | 16 | 10 | 2 |
| CLONE 1 | 13 | 5 | 9 | 1 |
| | 11 | 6 | 12 | 4 |
| | 3 | 7 | 13 | 19 |
| | 12 | 6 | 4 | 11 |
| CLONE 2 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| | 14 | 8 | 17 | 16 |
| | 18 | 15 | 20 | 9 |
| | 15 | 5 | 16 | 18 |
| CLONE 2 | 19 | 17 | 9 | 3 |
| | 12 | 10 | 11 | 1 |
| | 2 | 13 | 20 | 14 |
| | 4 | 6 | 8 | 7 |

BLOC II

| | | | | |
|---------|----|----|----|----|
| CLONE 2 | 20 | 8 | 11 | 18 |
| | 14 | 7 | 3 | 12 |
| | 17 | 1 | 15 | 9 |
| | 16 | 6 | 5 | 13 |
| CLONE 3 | 4 | 2 | 10 | 19 |
| | 16 | 10 | 19 | 20 |
| | 12 | 1 | 18 | 17 |
| | 15 | 7 | 8 | 2 |
| CLONE 4 | 6 | 13 | 11 | 9 |
| | 5 | 3 | 14 | 4 |
| | 18 | 12 | 19 | 16 |
| | 13 | 6 | 20 | 8 |
| CLONE 1 | 7 | 1 | 14 | 10 |
| | 3 | 15 | 9 | 2 |
| | 4 | 11 | 17 | 5 |
| | 20 | 2 | 4 | 3 |
| CLONE 1 | 9 | 15 | 19 | 11 |
| | 12 | 6 | 7 | 5 |
| | 13 | 14 | 8 | 1 |
| | 16 | 18 | 17 | 10 |

BLOC III

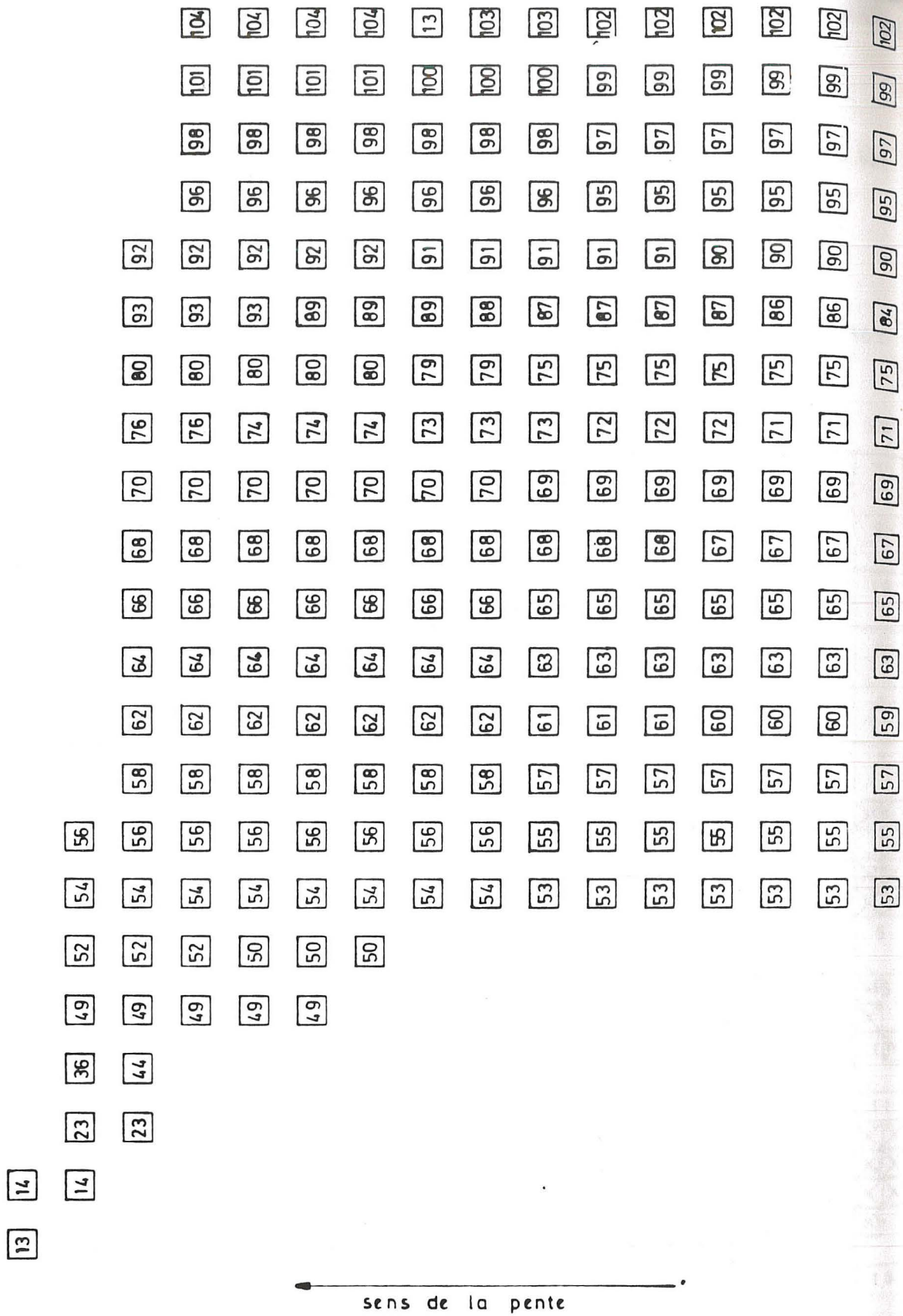
| | | | |
|---------|----|----|----|
| CLONE 4 | 15 | 14 | 7 |
| | 17 | 1 | 9 |
| | 10 | 11 | 19 |
| | 2 | 18 | 4 |
| CLONE 1 | 20 | 8 | 3 |
| | 10 | 9 | 3 |
| | 20 | 2 | 17 |
| | 12 | 4 | 15 |
| CLONE 2 | 8 | 11 | 5 |
| | 18 | 1 | 15 |
| | 15 | 12 | 13 |
| | 1 | 8 | 11 |
| CLONE 3 | 9 | 20 | 3 |
| | 10 | 14 | 6 |
| | 5 | 2 | 18 |
| | 19 | 15 | 6 |
| CLONE 3 | 5 | 9 | 12 |
| | 17 | 2 | 4 |
| | 13 | 18 | 7 |
| | 1 | 14 | 3 |

Tableau 12 : Classement des traitements hormonaux

| Traitements | \bar{x} en % | Classement |
|------------------------|----------------|------------|
| T16 ANA 25 mg/l | 29,17% | 1 |
| T3 ANA 250 mg/l | 20,83% | |
| T12 ANA 5 mg alcool | 20,83% | |
| T2 ANA 10 mg/l | 18,75% | |
| T9 AIA 50 mg/l | 18,75% | |
| T8 AIB 10mg alcool | 16,67% | |
| T11 ANA 5 mg/l | 14,58% | 2 |
| T19 AIA 10 mg/l | 14,58% | |
| T17 AIB 10 mg/l | 12,50% | |
| T14 AIA 500 mg/l | 12,50% | |
| T5 AIA 10mg alcool | 10,42% | 3 |
| T18 témoin | 10,42% | |
| T15 AIB 1% poudre | 8,33% | |
| T13 AIB 500 mg/l | 8,33% | |
| T6 AIA 20 mg/l | 8,33% | 4 |
| T4 AIB 50 mg/l | 8,33% | |
| T7 AIB 20 mg/l | 6,25% | |
| T20 AIA 5 g/l | 6,25% | 5 |
| T1 ANA 2,5 g/l | 2,08% | |
| T10 AIB 5 g/l | 0,00% | |

PARC A BOIS II Boutures d'Eucalyptus grandis Plantation sur trouaison 40x40x40cm le 21/02/83 Ecartement 2,5 x 2,5 m.

Fertilisation PK 21.16 150g par trou sauf les clones 53,54,55,56,57,58,59,60,61,62 qui ont reçu 150g de NPK 13.13.20.



35.- Mensuration des Parcs à bois I et II Les deux parcs à bois installés à Périnet (le parc I a été planté en 1982) sont mesurés tous les mois en hauteur (Parc I et II) et en circonférence (Parc I). Les résultats des mensurations permettant de définir les clones les plus productifs pendant les deux premières années.

351.- Parc I

• Mensuration en hauteur Ce parc a été mesuré à 4, 10, 12 et 14 mois à partir de cet âge il a été mesuré régulièrement tous les mois. A 24 mois les clones 7A et 4C se détachent des autres clones avec 13,10 m et 12,10 m de hauteur. Les clones 34C et 35C avaient 19 mois à la dernière mensuration et ont un bon comportement (10,85m). Les meilleurs arbres issus de semis ont une croissance à 21 mois comprise entre 11,10m et 12m.

Lorsqu'on représente, aux mêmes âges, la croissance en hauteur des meilleurs arbres de ce parc à bois I (voir graphique) on met en évidence la supériorité de 11 clones qui sont : 3 arbres de la provenance de Pretoria (n°31, 17, 5) les clones 35C, 34C, 7A, 33C, 4C, 2 arbres de la provenance de Machebe (n°3 et 27) 1 arbre de la provenance de Gypsie (N°5). Notons que le coefficient de variation du clone 4C est faible 4,45%.

• Mensuration en circonférences Le meilleur clone a une circonférence moyenne de 44 cm à 24 mois (clone 2A) Trois clones se détachent des autres, il s'agit des clones 2A, 7A, 12A (de 44 à 39 cm). On note le bon comportement des clones 34C et 35C qui ont 27 cm de circonférence moyenne à 19 mois. Les meilleurs arbres issus de semis ont une circonférence comprise entre 33 et 40 cm à 21 mois.

Lorsqu'on représente, aux mêmes âges, la croissance en circonférence des meilleurs arbre de ce parc (voir graphique), on met en évidence la supériorité de 11 clones qui sont : 3 arbres de la provenance de Pretoria (n°11, 14, 12) 2 arbres de la provenance de Machebe (n°39, 2), les clones 7A, 2A, 12A, 35C et 34C, 1 arbre de la provenance de Bulahdelah (n°13).

Les résultats des mensurations permettant de mettre en évidence la supériorité de l'arbre n°11 de la provenance de Pretoria, les clones 7A, 35C et 34C, ces arbres seront particulièrement suivis lors de la multiplication végétative et seront mis en comparaison dans un test clonal.

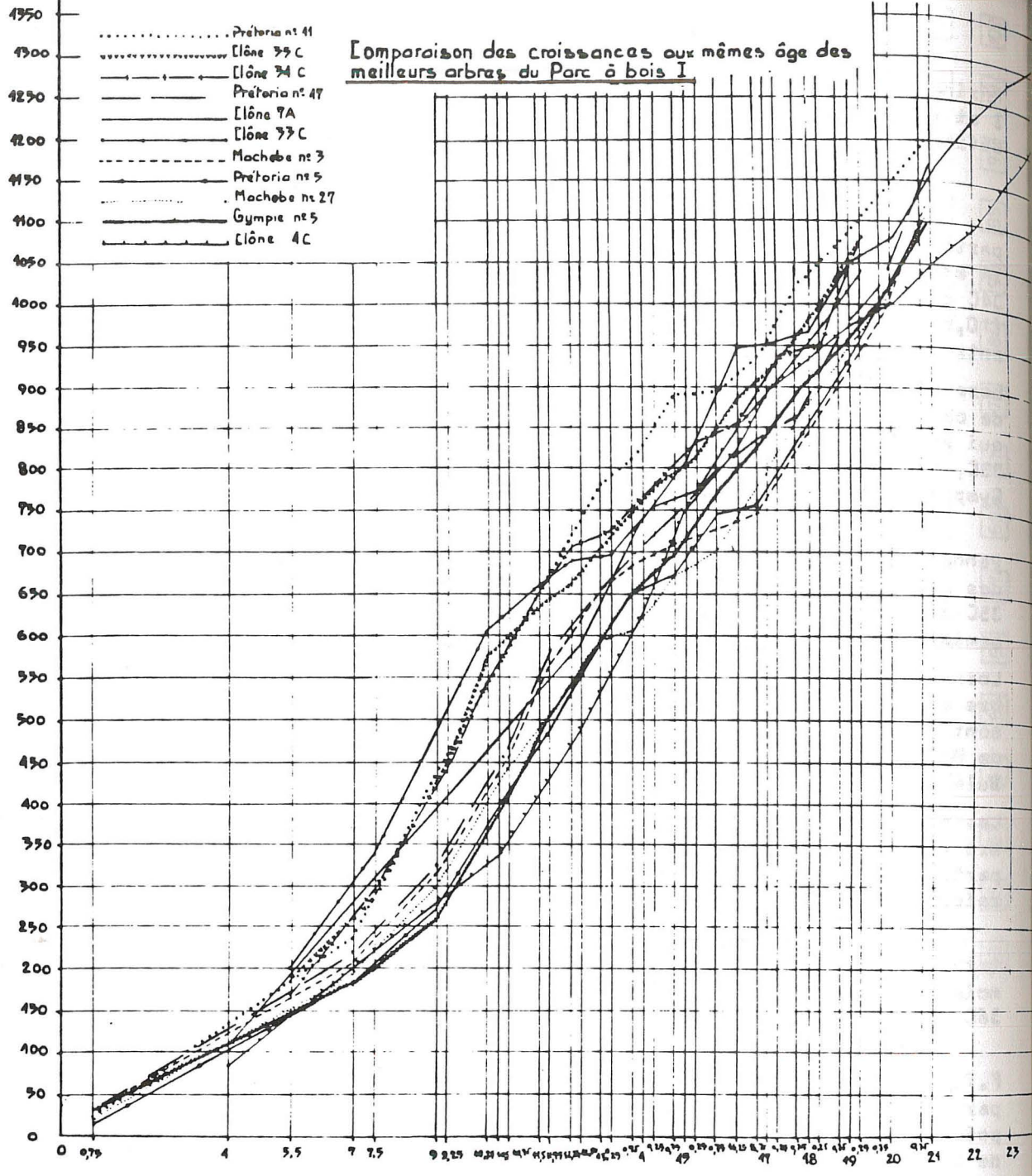
352.- Parc II Ce parc a été mesuré en hauteur tous les mois depuis la plantation. Les meilleurs clones ont une croissance comprise entre 4,20 m et 5,50 m à 11 mois (voir graphique) Trois clones se détachent des autres clones, il s'agit des clones 36C 96C et 101C.

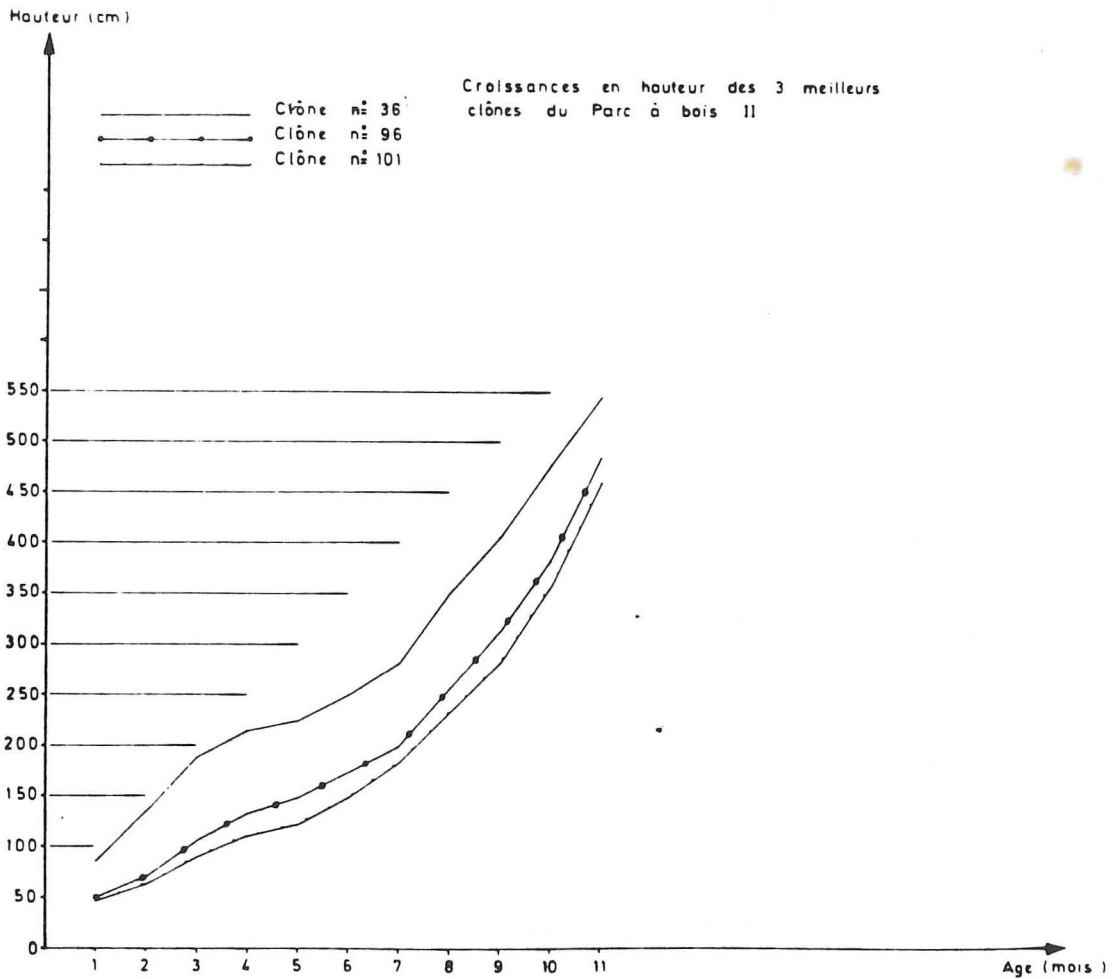
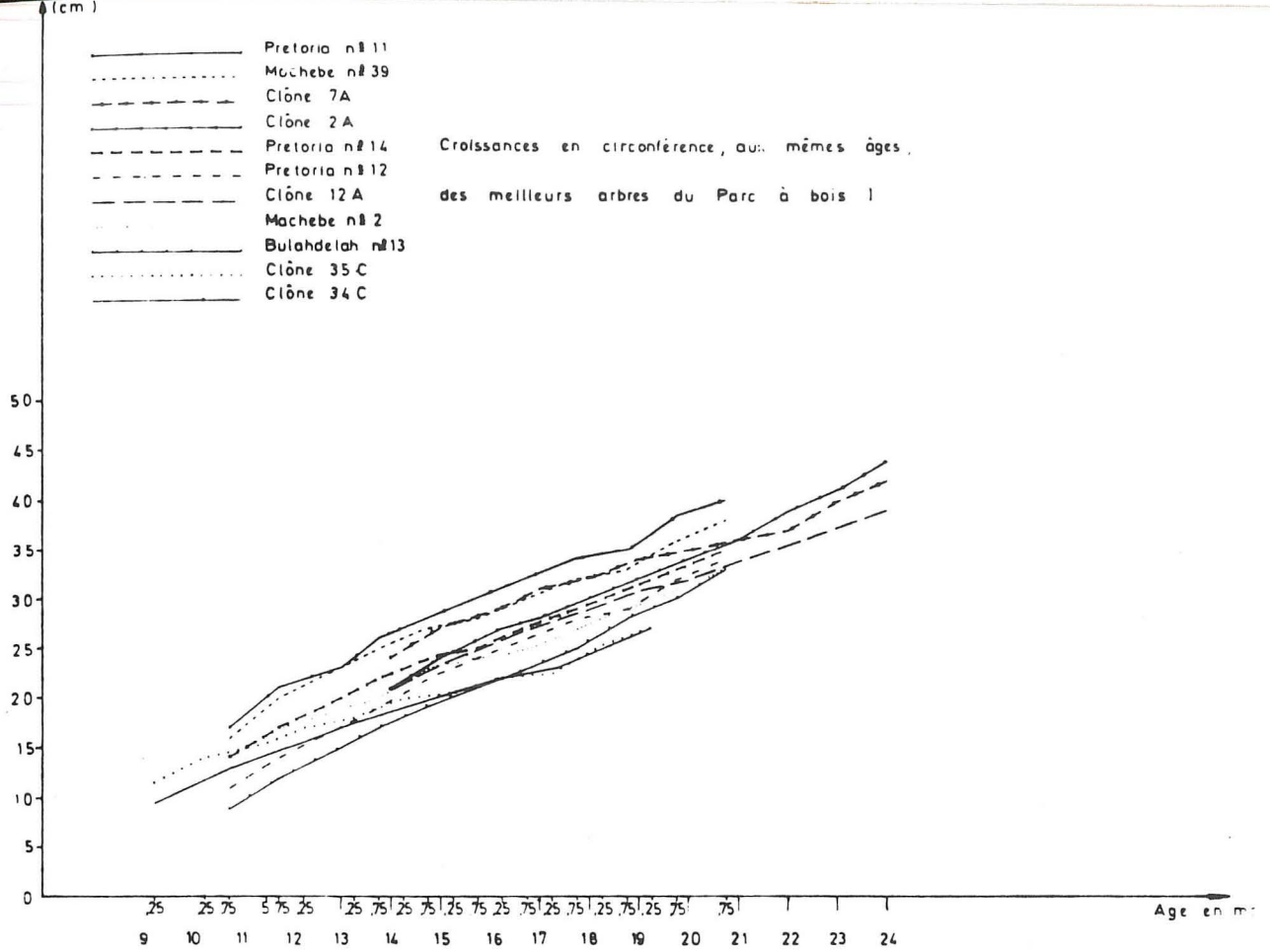
36.- Préparation des semis de provenances d'E. grandis Nous avons reçu du C.T. F.T. 10 provenances d'E. grandis (tableau 13). Un numéro de traitement a été affecté par tirage au sort à chaque provenance. Chaque provenance a été séparée en 2 lots de poids identiques. Nous avons préparé dans la pépinière de bouturage 2 blocs de semis de 2,5m x 1,00m. Les blocs sont cloisonnés, à l'aide de planches, en 10 bacs de 50 x 50 x 20cm. Les parcelles aussi délimitées ont été comblées par une couche de gravier (environ 7 cm) puis complétées avec du sable jusqu'à environ 2 cm du bord des planches. Chaque parcelle a reçu un traitement par tirage au sort. Les blocs ont été arrosés à refus avant le semis.

Le semis a été réalisé à la volée sur le bac, puis recouvert par 2 mm environ, De sable sec, que l'on a tassé avec une planchette. Un nouvel arrosage a eu lieu, puis les bacs ont été recouverts par un paillis. Le semis a été effectué le 16.11.83). Dix jours après le semis les ombrières sont placées à 30 cm du sol, 2 jours après elles sont relevées à 80 cm. On enlève progressivement les ombrières en 10 jours.

- Prétoria nt 41
- Clône 33 C
- Clône 34 C
- Prétoria nt 47
- Clône 7A
- Clône 33 C
- Machobe nt 3
- Prétoria nt 5
- Machobe nt 27
- Gympie nt 5
- Clône 4C

Comparaison des croissances aux mêmes âge des meilleurs arbres du Parc à bois I





L'analyse statistique des résultats de germination ne donne pas de différence significative entre les deux blocs au 7^e, 14^e, 21^e et 28^e jour. Les résultats ont été regroupés et présentés dans le tableau 14. Notons que la provenance de Ravenshoe donne le plus de plants ainsi que les provenances d'Atherton, de Timber et de Wondecla et qu'elles se distinguent des autres provenances. Les traitements 3, 4, 6, 8 ont perdu quelques plants entre le 21^e et le 28^e jour par suite d'une attaque de fourmis.

Tableau 13 : Provenances d'*E. grandis*

| Lot N° | Origine | Long | Lat | Alt (m) | Pluviométrie moyenne | Date de récolte | Nombre de semenciers | Poids restant |
|----------|--------------------------------|----------|---------|---------|----------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| 80/2814N | Gympie, QLD Australie | 152°55'E | 26°12'S | 76 | 1773 | - | - | 2,2 g |
| 80/2761N | Crediton Eungella QLD | 148°30'E | 21°35'S | 700 | 2210 | - | 2 | 2,14g |
| 80/2765N | Bulahdelah, NSW | 152°12'E | 32°12'S | 7 | 1270 | Avril-Sept 76 | 400 | 0,86g |
| 80/2618N | Machebe Mashonaland Zimbabwe | 30°38'E | 19°20'S | 1600 | 806 | - | - | 2,20g |
| 81/3346N | Midlands Zimbabwe | 29°59'E | 19°40'S | 1446 | 1042 | 1977 | - | 1,30g |
| 80/3013N | Pretoria Afrique du Sud | - | - | - | - | - | - | 2,10g |
| 81/3322N | Ravenshoe, QLD | 145°30' | 17°40' | 920 | 1255 | - | - | 2,20g |
| 81/3373N | Timber reserve, Mount Lewis NQ | 145°16' | 16°36' | 1000 | 1544 | - | - | 2,74g |
| 81/3689N | Atherton Tablelands NQ | 145°23' | 17°23' | 881 | 1107 | - | 70 | 2,10g |
| 80/3083N | Wondecla QLD | 145°27' | 17°23' | 980 | - | - | 13 | 2,14g |

Tableau 14 : Résultats des germinations

| Trait. | Origine | Quantité semée | Début germination | Nombre de plants apparus | | | |
|--------|------------|----------------|---------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | 7 ^e j | 14 ^e j | 21 ^e j | 28 ^e j |
| 1 | Crediton | 2,14g | 6 ^e jour | 4 | 180 | 293 | 292 |
| 2 | Wondecla | 2,14g | 4 ^e jour | 62 | 260 | 495 | 637 |
| 3 | Bulahdelah | 0,86g | 5 ^e jour | 4 | 79 | 121 | 99 |
| 4 | Gympie | 2,2 g | 5 ^e jour | 4 | 170 | 253 | 231 |
| 5 | Atherton | 2,1 g | 4 ^e jour | 154 | 750 | 840 | 880 |
| 6 | Midlands | 1,3 g | 5 ^e jour | 6 | 240 | 253 | 237 |
| 7 | Ravenshoe | 2,2 g | 4 ^e jour | 97 | 1017 | 1197 | 1338 |
| 8 | Machebe | 2,2 g | 4 ^e jour | 39 | 420 | 505 | 433 |
| 9 | Pretoria | 2,10g | 4 ^e jour | 19 | 380 | 487 | 480 |
| 10 | Timber | 2,74 g | 4 ^e jour | 75 | 414 | 715 | 745 |